Phys. Sp. 111 m

R

Die Krystallisation in geometrischer und physikalischer Hinsicht.

Von

A. J. M. Brochant de Villiers.

Uebersetzt
aus dem Französischen
von
G. Herm. Kersten;
mit einer Vorrede
vom
Geheimerath von Leonhard.

Mit XVI Steindrucktafeln.

Heidelberg,
bei Mohr und Winter
1820.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Der unläugbare Vorzug, welchen Brochant de Villiers Werk: de la Cristallisation; Strasbourg, 1819 (ursprünglich ein Artikel des dictionnaire des sciences naturelles) vor dem, in den meisten deutschen Handbüchern der Mineralogie in dieser Beziehung Niedergelegten, behauptet, veranlaßte in einer meiner Vorlesungen die Aeußerung, daß eine Uebersetzung jener Schrift

zu wünschen sey. Einer meiner Zuhörer, Herr Kersten, unternahm die Arbeit, und ersuchte mich um ein Vorwort. Ich entspreche diesem Verlangen, indem ich die Nachsicht des Publikums erbitte, für das Streben eines eifrigen jugendlichen Forschers.

Heidelberg im Januar 1820.

Leonhard.

Vorrede des Verfassers.

Dieser Abriß von den bis jetzt an den Krystallen gemachten geometrischen und physikalischen Beobachtungen, ist nichts, als der Artikel Cristallisation des Dictionnaire des sciences naturelles, den der Herausgeber in einer kleinen Anzahl von Exemplaren besonders hat abdrucken lassen. Er ist fast ungeändert geblieben.

Das Augenmerk bei Verfassung desselben war: Er sollte elementarisch seyn, ausführliche Erörterungen der zu verwickelten Fälle vermeiden, und doch keine wichtige Thatsache übergehen. Ob diese Absicht erfüllt ist, möge der Leser beurtheilen.

Im ersten Theil, die geometrische Beschreibung der Krystalle enthaltend, hat der Verfasser

die Grundsätze der Theorie Haüy's kennen gelehrt; sie machen die wesentliche Grundlage desselben aus, obwohl sie erst im siebenten Abschnitte ausführlicher abgehandelt werden. Der Verfasser hielt es nämlich für zweckmäßiger, mit Darstellung aller, bis jetzt wahrgenommenen krystallographischen Thatsachen zu beginnen, ohne auf die Theorie Rücksicht zu nehmen. Er befolgt dieselbe Weise seit 16 Jahren bei seinem Lehramte in der École des mines und hat sich dadurch von deren Brauchbarkeit überzeugt.

Es war unmöglich die geometrischen Betrachtungen, auf welche die Beobachtung der Krystalle führt, und die zur Bestimmung des Strukturverhältnisses derselben dienen, auseinander zu setzen, ohne von den dabei angewendeten Rechnungsarten zu sprechen; da man aber einsah, daß zu große Weitläuftigkeit die meisten Leser abschrecken würde, so beschränkte man sich bloß, die Elemente und das Wesen dieser Rechnungsarten durch allgemeine Formeln anzudeuten.

Für die, welche nur einigermaßen an die einfachsten Methoden der Anwendung der Algebra auf die Geometrie gewöhnt sind, wird es leicht seyn, für jeden besonderen Fall die Entwickeluug dieser Formeln zu finden, oder sie in dem Traité

de minéralogie und in mehreren Abhandlungen von Haüy aufzusuchen.

Obgleich es Absicht des Verfassers war, keine wichtige Thatsache der Krystallographie unerwähnt zu lassen, so sah er sich dennoch genöthigt, um in den Grenzen zu bleiben, Manches zu übergehen. Ein weiterer Zweck war (§. 124), denen, welche die Krystallographie schon studirt haben, eine Uebersicht der wichtigsten Grundsätze derselben, denjenigen aber, die sie noch gar nicht kennen, eine allgemeine, deutliche Ansicht von ihr zu geben; und darum hofft der Verfasser, man werde es ihm nicht zum Vorwurfe machen, wenn er jede nutzlose Weitläuftigkeit zu vermeiden gestrebt. Er wird sich glücklich schätzen, wenn dieser Abriß, den er allgemein verständlich zu machen gesucht, zur eifrigeren Bearbeitung einer Wissenschaft beitragen sollte, die noch zu wenig verbreitet ist, obgleich sie durch die Entdeckungen Haüy's, unerläßliche Grundlage des mineralogischen Studium's geworden, und selbst von den Physikern bei mehreren optischen Beobachtungen zu Hülfe gezogen werden muß.

Was den zweiten Theil, die physikalischen Erscheinungen der Krystallisirung betrifft, so war der Verfasser, da er sich früher nur nebenher mit dergleichen Untersuchungen, beschäftigt hatte, weil sie

nicht durchaus wesentlich zu seinen gewöhnlichen Studien gehören, zuerst nicht Willens, sich damit zu befassen; und er fügte sich nur den dringenden Wünschen mehrerer Herausgeber des Dictionnaire des sciences naturelles, welche glaubten, daß alles, in Hinsicht auf die Krystalle Bekannte, in einem Werke zusammengestellt werden müsse. Auch erbittet er besonders für diesen zweiten Theil die Nachsicht der Leser.

Inhalt.

Vorläufige Bemerkungen.

Seite
Zwei Bedeutungen des Wortes Krystallisation, geometrische oder chemische 1
Die zwei Theile der Krystallographie 1

Erster Theil.

Geometrische Beschreibung der Krystalle.

Kurzer Abriß der Geschichte der Krystallographie . . 3
Theilung in acht Abschnitte 5

Erster Abschnitt.

Allgemeine Ideen über die Krystallgestalten und über das blättrige Gefüge oder die Durchgänge.

§ Seite
1. Die Krystalle sind polyedrische, durch Ebenen begrenzte Körper 7
2. Mit Ausnahme des regelmäßigen Tetraeders sind an den polyedrischen Krystallgestalten gewöhnlich je zwei Flächen einander parallel. Anomalien . . . 7
3. Die die Krystalle begrenzenden Ebenen sind im Allgemeinen entweder sämmtlich, oder doch mehrere von ihnen zugleich, auf einerlei Weise, nach einem mehr oder minder symmetrischen Gesetze um einerlei Axe herum geordnet 10

§ Seite

4. Man nimmt in verschiedenen Fällen unter den Krystallen eines und desselben Minerals mehrere Hauptgestalten wahr, obgleich die anderen Charaktere dieses Minerals, und sonders seine chemische Mischung, keine bemerkbaren Verschiedenheiten zeigen 11
5. Die verschiedenen Krystallwinkel sind an derselben Form einer Substanz stets constant und unveränderlich 12
6. Die Krystalle haben immer vorspringende Winkel niemals einwärtsgehende. Ausnahmen . 12
7. Was man unter blättrigem Bruch, oder Durchgang, oder mechanischer Theilung versteht 13
8. Unterschiede der Reinheit der Durchgänge im Allgemeinen 14
9. Anzahl der an einer Substanz wahrgenommenen Durchgänge 14
10. Gleiche oder verschiedene Reinheit der Durchgänge u. s w 14
11. Verschiedene Ordnungen der Durchgänge u. s. w. 15
12. Unveränderlichkeit der von den Durchgangsebenen sowohl unter sich, als auch mit den Krystallflächen gebildeten Winkeln 15
13. Was man unter Körpern der Durchgänge versteht 15
14. Die Durchgänge sind sehr häufig mit Krystallflächen parallel 16
15. Jede Art des Durchgangs ist im Allgemeinen in derselben Substanz von constanter Deutlichkeit . . 16
16. Die verschiedenen Ordnungen der Durchgänge haben symmetrische Beziehungen zu einander . . . 18
17. Was man im Allgemeinen unter Krystallsystem versteht 19

§		Seite
18.	In unseren Laboratorien deuten verschiedene Krystallsysteme jedesmal auf verschiedene chemische Zusammensetzungen hin	19
19.	Die Anwendung dieses Grundsatzes auf alle Mineralien, als wenigstens sehr wahrscheinlich . .	21
20.	Hieraus hervorgehende Wichtigkeit der, von dem Krystallsystem entnommenen specifischen Charaktere .	24
21.	Nothwendigkeit einer genauen Beobachtung des Krystallsystems	24
22.	Nachgebildete Krystalle	25
23.	Afterkrystalle	26

Zweiter Abschnitt.

Mittel zur Messung der Krystallwinkel.

§		Seite
24.	Allgemeine Ideen über die Winkelmessung . .	28
25.	Messung der ebenen Winkel	29
26.	Messung der Neigungswinkel	29
27.	Goniometer von Carangeot	30
28.	Diesem ähnliches Goniometer, mit unbefestigtem Halbzirkel	31
29.	Reflexions-Goniometer	32
30.	Anwendung des Repetitionskreises zu demselben Zwecke	34
31.	Wollaston's Goniometer	36
32.	Bemerkungen über diese verschiedenen Goniometer .	39

Dritter Abschnitt.

Von den Hauptgestalten der Krystalle.

§		Seite
33.	Was man unter Hauptgestalt versteht . .	40
34.	Die neun wichtigsten Hauptgestalten . . .	42
35.	Tetraeder	45
36.	Parallelepipedum im Allgemeinen . .	46
37.	Vierseitiges rechtwinkliches oder schiefwinkliches Prisma	47

§ Seite
38. Vierseitiges Prisma, gerades, oder schiefes 50
39. Vierseitiges Prisma, mit schiefer unsymmetrischer Basis 51
40. Vierseitiges Prisma, mit schiefer auf einer Fläche ruhender Basis . . . 52
41. Vierseitiges Prisma, mit schiefer auf eine Kante ruhender Basis . . . 53
42. Bedingung, wodurch ein vierseitiges Prisma mit schiefer Basis zum Rhomboeder wird 53
43. Rhomboeder 55
44. Oktaeder im Allgemeinen 57
45. Regelmäßiges Oktaeder 59
46. Symmetrisches Oktaeder mit quadratischer Basis 60
47. Symmetrisches Oktaeder, mit ungleichseitigen Dreiecken 61
48. Symmetrisches Oktaeder mit rektangulärer Basis 61
49. Symmetrisches Oktaeder, welches hervorgeht durch Abstumpfung der Gipfelecken eines Rhomboeders 62
50. Man kann das regelmäßige Oktaeder auch als ein so abgestumpftes Rhomboeder betrachten 63
51. Keilförmige Oktaeder 64
52. Segmentförmige Oktaeder 65
53. An den Gipfelecken abgestumpfte segmentförmige Rhomboeder 65
54. Sechsseitige Säulen 66
55. Regelmäßiges Rautendodekaeder . . 67
56. Symmetrisches Rautendodekdeder . . 70
57. Pentagonaldodekaeder 71
58. Gleichschenkliches und ungleichseitiges Triangulärdodekaeder 73
59. Triangulärikosaeder 75
60. Trapezoeder 76

§		Seite
61.	Zusammenstellung der verschiedenen Hauptgestalten. Tabelle	77
62.	Die Beziehungen der Deutlichkeit zwischen den verschiedenen Durchgängen derselben Substanz sind zur Bestimmung des Körpers der Durchgänge wesentlich.	80
63.	Gestalten der Körper der Durchgänge .	81
64.	Beziehungen zwischen dem Körper der Durchgänge einer Substanz und den Hauptgestalten derselben .	84

Vierter Abschnitt.

Von den verschiedenen Arten der Modifikationen, welche die Hauptgestalten der Krystalle erleiden.

§		Seite
65.	Was man im Allgemeinen unter Abstumpfung, Zuschärfung, Zuspitzung versteht . . .	85
66.	Von den Abstumpfungen	86
67.	Von den Zuschärfungen	87
68.	Von den Zuspitzungen	88
69.	Wie man die complicirten Modifikationen entwickelt	90

Fünfter Abschnitt.

Gesetze der Symmetrie, nach denen die Modifikationen an den verschiedenen Hauptgestalten vertheilt sind.

§		Seite
70.	A priori aufgestellte Vermuthungen über die symmetrische Vertheilung der Modifikationen. Diese muß mit der Symmetrie des Baues der Hauptgestalten in Beziehung stehen	91
71.	Diese Symmetrie findet sich auch wirklich beim regelmäßigen Tetraeder, dem Würfel und dem regelmäßigen Oktaeder	92
72.	Ebenso beim regelmäßigen Rautendodekaeder und Trapezoeder	93

§ Seite
73. So auch beim Rhomboeder 94
74. So bei allen geraden vierseitigen Säulen 94
75. Bei den verschiedenen Arten der schiefen vierseitigen Prismen, und der schiefen symmetrischen sechsseitigen Säule . . . 96
76. Ebenso bei den verschiedenen Arten von symmetrischen Oktaedern 97
77. So beim regelmäßigen sechsseitigen, geraden und schiefen Prisma 98
78. So auch beim symmetrischen Rautendodekaeder 98
79. So auch beim Pentagonaldodekaeder und Triangulärikosaeder 98
80. Diese Symmetrie herrscht auch im gleichschenklichen Triangulärdodekaeder . . . 99
81. So wie beim ungleichseitigem Triangulärdodekaeder 100
82. Wahrgenommene Anomalien; diese können die allgemein bemerkte Symmetrie nicht entkräften . . 100
83. Nützlichkeit der Beobachtung der Symmetrie in den Modifikationen einer Hauptgestalt zur genaueren Kenntniß dieser Gestalt 101

Sechster Abschnitt.

Uebergänge von einer Hauptgestalt in eine andere, durch die Symmetrie der Modifikationen erzeugt.

§ Seite
84. Allgemeine Ideen über diese Uebergänge . . . 103
85. Uebergänge des Tetraeders, Würfels, regelmäßigen Oktaeders, regelmäßigen Rautendodekaeders und Trapezoeders in einander 103
86. Uebergänge des Würfels, regelmäßigen Oktaeders, Pentagonaldodekaeders und Triangulärikosaeders in einander . . 108

§ Seite

87. Uebergänge des Rhomboeders in andere Rhomboeder, in die regelmäßige sechsseitige Säule, in das ungleichseitige und gleichschenkliche Triangulärdodekaeder 109
88. Uebergänge der verschiedenen vierseitigen Säulen in andere vierseitige Säulen, in symmetrische Oktaeder und in das symmetrische sechsseitige Prisma 112
89. Uebergänge der verschiedenen symmetrischen Oktaeder in andere symmetrische Oktaeder und vierseitige Prismen 113
90. Uebergänge der regelmäßigen sechsseitigen Säule in das gleichschenkliche Triangulärdodekaeder, in das Rhomboeder und die hiervon abgeleiteten Gestalten 114
91. Von den Uebergängen der anderen Hauptgestalten. Allgemeiner Schluß über die Zahl und Beschaffenheit der Hauptgestalten einer Substanz 114
92. Nützlichkeit der Wahl einer Fundamentalgestalt für ein jedes Mineral, von welcher man die anderen ableiten kann 115

Siebenter Abschnitt.

Theorie des Baues der Krystalle, oder Mittel, die geometrischen Beziehungen aller Krystallgestalten eines Minerals zu einer einzigen Grundgestalt anzugeben.

§ Seite

93. Die Krystalle können als aus polyedrische Theilchen zusammengesetzt betrachtet werden 116
94. Die Durchgangsebenen eines Minerals können als die Zusammenfügungsebenen dieser polyedrischen Massentheilchen angesehen werden; Vorstellung über die Art und Weise, wie diese Polyeder sich ihrer Gestalt gemäß symmetrisch vereinigen können 119
95. Die Grundgestalt eines Minerals ist sein Körper der Durchgänge 122

§		Seite
96.	Ergänzende Massentheilchen . . .	123
97.	Subtraktive Massentheilchen; alle Grundgestalten können auf Parallelepipede zurückgeführt werden	125
98.	Die Grundgestalt eines Minerals ist der Typus, auf welchen man alle Krystalle desselben bezieht. Kernformen; abgeleitete Gestalten . . .	126
99.	Das Verhältniß einer abgeleiteten Gestalt zur Grundgestalt eines Minerals hängt einzig von der Neigung einer seiner Flächen jeder Art gegen die ihr entsprechende primitive Fläche ab	127
100.	Allgemeine Idee über die Abnahmen der Massentheilchen; Abnahme auf einer Kante, an einer Ecke; mittlere. Die durch die Abnahme erzeugten vorspringenden Kanten oder Ecken bilden in ihrer Vereinigung die Ebene einer sekundären Fläche . .	128
101.	Einfache Abnahmen; in die Länge und in Breite; gemischte Abnahmen . .	131
102.	Beispiele von der Entstehung einiger abgeleiteten Gestalten durch die Vereinigung der Flächen, welche durch Abnahme auf allen ähnlichen Theilen einer Grundgestalt erzeugt wurden	132
103.	Wie man die mittleren Abnahmen bestimmt .	133
104.	Einfache Methode, durch Zeichen die Abnahmen, welche eine abgeleitete Gestalt erzeugt haben, darzustellen	135
105.	Zur Bestimmung der Anzahl n von Reihen entzogener Massentheilchen bei einer Abnahme muß man die Dimensionen und Winkel der Grundgestalt kennen .	137
106.	Der allgemeine Werth für n; wenn man die Dimensionen und Winkel als bekannt voraussetzt, 1) im Fall der Abnahme an einer Kante.	137
107.	2) bei der Abnahme auf einer Ecke .	141
108.	Vereinfachung der den Werth von n darstellenden Funktion; Reduktion der unbekannten Größen derselben, auf zwei, in den verwickeltsten Fällen . .	144

§ Seite

109. Anwendung des allgemeinen Werthes für n: 1) auf die sekundären von einer regelmäßigen, folglich ganz a priori bekannten, Grundgestalt, abgeleiteten Krystalle. Einfache für n erhaltene Werthe 148
110. 2) Auf die von einem Rhomboeder hergeleiteten sekundären Krystalle; diese Grundgestalt ist auch a priori fast genau bekannt. Ebenso einfache Werthe für n 149
111. 3) Umgekehrte Anwendung auf sekundäre von solchen Grundgestalten abgeleitete Krystalle, deren Dimensionen a priori nicht bekannt sind, der Voraussetzung gemäß, daß n einen einfachen Werth haben muß. So erhält man die Verhältnisse zwischen den Dimensionen . . 152
112. Allgemeine Resultate der Theorie der Abnahmen . 155

Achter Abschnitt.

Von den hemitropischen oder kreuzförmigen, und den regelmäßig gruppirten Krystallen.

§ Seite

113. Was man unter Hemitopie versteht; Beispiel am regelmäßigen Okaeder 157
114. Vom Feldspath entlehntes Beispiel . . . 159
115. Von der Hornblende hergenommenes Beispiel . . 160
116. Die Lage der hemitropischen Ebene ist jedesmal symmetrisch 161
117. Aeußerliche Spuren der Hemitropie 162
118. Muthmaßungen über den Ursprung der Hemitropien 163
119. Anwendungen auf verschiedene Beispiele . . . 164
120. Art von Polarität, welche die der Hemitropie fähigen Krystalle zeigen 167

§ Seite
121. Allgemeine Idee über die regelmäßigen Gruppirungen der Krystalle 169
122. Vom Arragonit entlehnte Beispiele . . . 169
123. Vom Kreuzstein entnommenes Beispiel . . . 172
124. Kreuzförmige Gruppirungen . . . 173

Zweiter Theil.

Von den Phänomenen bei der Krystallisirung.

§ Seite
125. Allgemeine Tendenz aller Körper zu krystallisiren . 176
126. Die Krystallisation ist die Wirkung der gegenseitigen Anziehung der gleichartigen Theilchen eines Körpers 176
127. Die Gesetze dieser Anziehung sind noch ganz unbekannt 178
128. Theilung in zwei Abschnitte 179

Erster Abschnitt.

Erscheinungen, wahrgenommen beim Uebergang flüssiger Körper in den festen Zustand.

§ Seite
129. Die in den festen Zustand übergehenden flüssigen Körper zeigen selten deutliche Krystalle, fast immer aber Spuren von Krystallisation 18
130. Wirkung des langsameren, oder schnelleren Uebergangs in den festen Zustand, auf die Krystallisation 18
131. Wirkungen der Ruhe oder der Bewegung . . . . e 18
132. Es findet Veränderung der Dichtigkeit statt, wenn ein flüssiger Körper in den festen Zustand übertritt 18

133. Es findet eine Entbindung von Wärmestoff statt 181

Zweiter Abschnitt.

Erscheinungen, bei der Krystallisation solcher Substanzen beobachtet, welche aus einer Auflösung sich absetzen.

§ Seite
134. Die im Folgenden aufgestellten Grundsätze können durch spätere Beobachtungen umgeändert werden 182
135. Einfluß des thermometrischen und hygrometrischen Zustandes der Atmosphäre, und der Erneuerung der Luft auf die Krystallisation einer Auflösung 183
136. Einfluß des barometrischen Druckes der Luft 185
137. Wirkungen des Grades der Concentration; Krystalle, die sich in verschlossenen Gefäßen bilden . 186
138. Wirkungen einer langsamen oder schnellen Verdunstung 188
139. Wirkungen der Ruhe oder Bewegung der Solution 188
140. Wirkungen der Temperatur der Auflösung 189
141. Wirkungen des Umfangs der Auflösung auf die Größe der Krystalle 190
142. Einfluß der Höhe der Auflösung . . . 190
143. Einfluß ihres elektrischen Zustandes . . . , 190
244. Wirkungen der Berührung der Luft . . 190
145. Einfluß der Beschaffenheit der Gefäße . 191
146. Wirkungen eines hineingebrachten fremden Körpers 192
147. Art und Weise, wie die Krystalle sich ihrer Lage nach vergrößern 193
148. Einfluß des in eine Auflösung mechanisch Eingemengten, auf die Gestalt der sich bildenden Krystalle 493
149. Einfluß des chemisch Eingemengten. Mehrere Fälle 194

§		Seite
150.	Einfluß der Gegenwart eines anderen Salzes (in einer Auflösung), welches sich den Krystallen nicht beimengen kann . .	196
152.	Einfluß der Gegenwart eines anderen Salzes (in einer Auflösung), das sich den Krystallen des sich niederschlagenden Salzes beimengen kann . . . ,	196
153.	Einfluß eines Ueberschusses der Säure oder der Base des aufgelösten Salzes . .	197
154.	Einfluß der verschiedenen Verhältnisse von Zusammensetzung auf die Krystalle der Dopelsalze	198
155.	Einfluß einer Substanz, die auf das krystallisirende Salz, ohne es zersetzen zu können, eine chemische Thätigkeit ausübt . .	198
156.	Resultate der Krystallisation einer Auflösung, welche zwei Arten von Krystallen einer Substanz enthält	198
157.	Formänderung eines, in eine, mit gleichnamigem Salze gesättigte, Auflösung gelegten, Krystalls, welche nicht Krystalle von derselben Gestalt erzeugen kann ;	199
158.	Resultate aus den, von §. 135 an, aufgezählten Thatsachen	199

Verbesserungen.

S. 18	Z. 2	statt	Abänderungen lies Abweichungen
— 18	— 8	—	Meinung des Mineralienbaues l. Hypothese über den Mineralienbau
— 21	— 13	—	und dem l. und in dem
— 21	— 25	—	dessen l. deren
— 21	— 26	—	ihm l. ihr
— 21	— 27	—	seine l. ihre
— 22	— 13	—	füglich l. folglich
— 23	— 12	—	regelmäßige l. regelmäßigen
— 23	— 16—17	—	von der Gewißheit l. zu der Bestätigung.
— 26	— 31	—	Achat l. Chalcedon
— 27	— 37	—	die sich dem Quarz nähern l. mit Quarzform
— 30	— 36	—	ihrem Durchschnitte l. ihrer Schärfe.

Das Wort Krystallisation hat zwei verschiedene Bedeutungen. Die Chemiker gebrauchen es zur Bezeichnung der Erscheinung, welche statt hat, wenn ein unorganischer Körper regelmäßige Gestalten, Krystalle genannt, annimmt, indem er entweder vom flüssigen Zustand in den festen übergeht, oder, indem er sich aus einer Auflösung oder Mischung, in der er enthalten war, abscheidet. Man sagt alsdann, daß Krystallisation (Krystallisirung) vor sich gehe.

Man gebraucht dieses Wort aber auch, wenn man von den Resultaten jener Erscheinung spricht und das Krystallisirtseyn einer Substanz, oder allgemeiner, das Krystallisirtseyn aller in der Natur vorkommenden Krystalle andeuten will. So sagt man die Krystallisation des Feldspaths, um die verschiedenartigen Krystalle desselben zu bezeichnen; man sagt auch die Krystallisation im Allgemeinen, wenn man collektive von den polyedrischen Gestalten der Mineralien und von den Beobachtungen, zu welchen diese veranlassen, spricht.

Diese doppelte Bedeutung veranlaßt uns, alles sich auf die Krystallisation Beziehende in zwei Theile zu scheiden.

Im ersten Theile, der zur Ueberschrift geometrische Beschreibung der Krystalle hat, wollen wir alles, was sich auf die Kenntniß der Krystallgestalten, auf geometrische Bestimmung dieser Formen und der Verhältnisse, welche sie unter sich haben, bezieht, zusammenfassen, und hieran die Theorie knüpfen, welche zur Erklärung dieser Verhältnisse dient.

Im zweiten Theile, mit der Aufschrift, von den Erscheinungen bei der Krystallisirung, wollen wir die kleine Anzahl der, bis jetzt über die Bildung der Krystalle, und über die Gesetze, welchen die Natur bei dieser Operation zu folgen scheint, angestellten Beobachtungen, zusammenfassen.

Zuerst also handeln wir die Resultate der Krystallisation, und dann die Erscheinungen dieser geheimnißvollen Operation in der Natur ab. Gewiß scheint der umgekehrte Weg natürlicher, erst nämlich das, was sich während der Krystallisation ereignet, und dann deren Resultate zu beschreiben; wir haben aber die vorhin erwähnte Ordnung vorgezogen, weil es unmöglich ist, mehrere Phänomene der Krystallisirung zu erklären, ohne vorher eine gründliche Kenntniß der Krystallgestalten zu haben.

Erster Theil.

Geometrische Beschreibung der Krystalle.

Schon seit langer Zeit hatten die Naturforscher die polyedrischen Gestalten der unorganischen Körper bemerkt; bis gegen das Ende des letzten Jahrhunderts aber kannte man nur eine sehr kleine Anzahl derselben, und auch diese nur sehr unvollkommen. Man hatte wahrgenommen, daß gewisse Krystalle manchen regelmäßigen Körpern der Geometrie, wie dem regelmäßigen Oktaeder, dem Würfel, ähnlich seyen. Man kannte die Gestalt des Bergkrystalls (Quarzes); Physiker hatten die des kohlensauren Kalks von Island gemessen; mehrere Gelehrte hatten auch seit dieser Zeit manche ganz allgemeine, obgleich noch wenig gründliche Ideen über diesen Gegenstand hingeworfen. Größtentheils aber dachte man sich diese polyedrischen Körper nur als zufällig, als Resultate des Ungefährs.

Linné, der es so gut verstand die Natur zu erforschen, scheint zuerst bemerkt zu haben, daß die Krystalle das Resultat constanter Ursachen, und daß die Beobachtung dieser Vielecke von der größten Wichtigkeit für die Kenntniß der Mineralien seyn müßte: obgleich auch ihn seine Untersuchungen hierüber nicht zur Wahrheit führten, so kann man ihn in gewisser Rücksicht dennoch als den Gründer der Krystallographie betrachten.

Indessen verdanken wir Romé de l'Isle'n das erste allgemeine Werk über diesen Gegenstand. In seiner Krystallographie, deren erste Ausgabe 1772 erschien, beschrieb er mit Sorgfalt eine sehr große Anzahl Krystalle, von denen die meisten vor ihm unbekannt, und die anderen schlecht be-

stimmt gewesen waren. Er maß mechanisch die von ihren Ebenen gebildeten Winkel, und lehrte die wichtige Thatsache kennen, daß diese Winkel in einerlei Varietät ein constantes Maaß haben. Er suchte auch die verschiedenen Krystallgestalten eines Minerals unter sich in Einklang zu bringen.

Bald darauf beobachteten Bergmann und Haüy den blätterigen Bruch mehrerer Krystalle, und erkannten, daß die Richtungen desselben in allen zu einer Substanz gehörigen Krystalle constant seyen. Ersterer aber begnügte sich, hieraus einige Folgerungen für den Bau der Krystalle zu ziehen; Haüy dagegen, dem die Ehre dieser wichtigen Entdeckung gleichfalls zukömmt, dehnte die von ihm gefundenen Resultate auf alle Gattungen, an denen sich ein blätteriges Gefüge wahrnehmen läßt, aus, und da er in der Folge an diese Thatsachen eben so geistreiche als gelehrte physikalische Ansichten knüpfte, so konnte er bald eine allgemeine Theorie über den Bau der Krystalle aufstellen, welche ihn, vermittelst einfacher Berechnungen, in den Stand setzte, die Verhältnisse zwischen allen Krystallgestalten einer Mineralgattung darzulegen, die Größe ihrer Winkel mit einer noch nie erreichten Genauigkeit zu bestimmen, und die Krystallographie so zum Rang der mathematischen Wissenschaften zu erheben. Die von ihm gemachten Anwendungen seiner Theorie auf alle krystallisirten Körper haben der Mineralogie unendliche Dienste geleistet, und das Aeußere derselben ganz verändert. Diesem ausgezeichneten Gelehrten verdanken wir also unsere jetzigen Kenntnisse der Krystalle, da das, was andere Gelehrte *) hinzufügten, größtentheils nur Resultate der Anwendung der, von ihm aufgestellten Grundsätze waren.

Alles Folgende wird daher eigentlich nichts, als eine kurze Auseinandersetzung der von ihm gemachten Entdeckungen, und, daraus hervorgehende Folgerungen, enthalten. Wir

---

*) Wie der Graf Bournon, Professor Weiß und Andere, deren Werke die Krystallographie gleichfalls sehr bereichert haben. Man sieht wohl ein, daß es uns nicht möglich ist, hier eine vollständige Geschichte dieser Wissenschaft zu geben.

werden aber alle auf die Krystallgestalten Bezug habenden Thatsachen in einer anderen Ordnung auseinandersetzen, als die, welche Haüy befolgte, weil sie uns hier zweckmäßiger schien.

Der erste Theil zerfällt in folgende acht Abschnitte:

1ster Abschn. Allgemeine Ideen über die Krystallgestalten, über das blättrige Gefüge oder den Durchgang der Krystalle, und was man das Krystallsystem einer Substanz nennt. (§§. 1 – 23.)

2ter Abschn. Mittel, welche zur Messung der Krystallwinkel angewendet werden. (§§. 24 – 32.)

3ter Abschn. Von den Hauptgestalten der Krystalle, nämlich von jenen verschiedenen geometrischen Körpern, auf die man alle Krystalle zurückführen kann, wenn man an jedem nur das Zusammenseyn seiner ausgedehntesten Flächen betrachtet, und von den hinzugekommenen kleineren Flächen, die ihn ändern, absieht. Von den verschiedenen, durch die Vereinigung der Durchgangs-Ebenen eines Minerals gebildeten Körpern. (§§. 33 – 64.)

4ter Abschn. Von den verschiedenen Arten der Modifikationen, welche die Hauptgestalten der Krystalle erleiden. (§§. 65 – 69.)

5ter Abschn. Gesetze der Symmetrie, beobachtet bei der Vertheilung der Veränderungsflächen, welche die verschiedenen Hauptgestalten modificiren. (§§. 70 – 83.)

6ter Abschn. Uebergänge einer Gestalt in mehrere andere, durch die Symmetrie der Modifikationen erzeugt, als Erklärung der verschiedenen an einem Mineral beobachteten Hauptgestalten. Daraus hervorgehende Folgerungen für die Bestimmung des Krystallsystems eines jeden Minerals. Nutzen der Annahme einer Grundgestalt. (§§. 84 – 92.)

7ter Abschn. Theorie des Baues der Krystalle, oder Mittel, die geometrischen Verhältnisse aller Krystall-

formen desselben Minerals auf eine einzige Grundgestalt zu beziehen *). (§§. 93 — 112.)

8ter Abschn. Von den hemitropischen oder kreuzförmigen und den regelmäßig gruppirten Krystallen. Gesetze der Symmetrie, denen sie unterworfen zu seyn scheinen. (§§. 113 — 124.)

---

*) Dies ist die Theorie Haüy's. Indem man sie so ans Ende dieser geometrischen Beschreibung der Krystalle geworfen sieht, möchte es scheinen, als wenn alles Vorhergehende den Entdeckungen, mit denen dieser große Gelehrte die Wissenschaft bereichert hat, fremd wäre. Dieß hängt aber mit der Ordnung, die wir befolgen zu müssen geglaubt haben, zusammen. Wir meinten, daß die sich auf die Symmetrie der Krystallgestalten beziehenden Thatsachen zuerst allein, und ohne sie mit theoretischen Ideen zu verknüpfen, dargestellt werden müßten; dadurch schien uns die Auseinandersetzung dieser Theorie einfacher und leichter verständlich zu werden. Aber fast alle in den sechs ersten Abschnitten entwickelten Thatsachen sind uns nur durch Haüy, und in Folge der Anwendungen, die er von seiner Theorie auf alle krystallisirten Substanzen gemacht hat, bekannt.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Ideen über die Krystallgestalten, und über das blättrige Gefüge oder den Durchgang der Krystalle.

Wir wollen in diesem Abschnitte die allgemeinen auf den symmetrischen Bau aller Krystallformen Bezug habenden Thatsachen zusammenfassen, ohne in die weiteren Entwickelungen uns einzulassen, welche zur Verschaffung einer deutlichen Vorstellung dieser Symmetrie in den verschiedenen Fällen nöthig sind, welches Gegenstand des dritten und der folgenden Abschnitte seyn wird, denen dieser zur Einleitung dient.

§. 1. Die Krystalle sind polyedrische, symmetrische durch Ebenen begrenzte Körper.

Es giebt zwar manche Krystalle, welche erhabene Oberflächen zeigen; dieß ist aber sehr selten, und kommt nur einer kleinen Anzahl von ihnen zu. Uebrigens kann man diese krummflächigen Krystalle entweder auf bekannte Krystalle mit ebenen Flächen, die eine Abrundung erlitten haben, zurückführen, oder in anderen Fällen diese erhabenen Flächen als die Verbindung mehrerer, sich unter sehr stumpfen Winkeln vereinigender Ebenen betrachten.

§. 2. Mit Ausnahme des regelmäßigen Tetraeders (§. 35.) sind an den polyedrischen Krystallgestalten je zwei Flächen gewöhnlich einander parallel.

Dieses symmetrische Verhältniß kann als allgemein bestehend betrachtet werden, trotz einer kleinen Anzahl von Ausnahmen, wo die Natur sich von dieser Regel entfernt zu haben scheint, und die wir sogleich erwähnen wollen.

Es ist fast überflüssig zu sagen, daß wir die große Zahl der zu Gruppen und Drusen verwachsenen Krystalle, von denen wir nur einen Gipfel sehen, nicht zu diesen Ausnahmen zählen. Hier können wir natürlich nur einen Theil des Krystalls wahrnehmen; und die Natur hat sich in diesem Falle

von dem symmetrischen Parallelismus so wenig entfernt, daß man fast jeden eingewachsenen Krystall zuweilen isolirt und vollständig, wenn auch nicht ganz, doch wenigstens theilweise, ausgebildet gefunden hat, bei welchem jede Fläche eine ihr parallele zeigt. Vermöge der Analogie kann man also voraussetzen, daß dieß auch bei den anderen Krystallen, wenn sie nicht eingewachsen wären, der Fall seyn würde, und kann sie in der Regel auch als vollständig mit allen ihren Flächen, je zwei und zwei einander parallel, darstellen. Wir wollen nun von anderen Fällen sprechen, die scheinbar stärkere Ausnahmen machen.

An einem Krystall kann man zwei Arten von Flächen unterscheiden, erstlich die Hauptflächen (faces principales ou dominantes), die ausgedehntesten, deren Zusammenseyn die Gestalt bestimmt; dann die kleineren oder Nebenflächen (facettes), die man als hinzugekommene (additionelles) betrachten kann, weil die Gestalt durch ihre Gegenwart nicht merklich verändert wird *).

Was die Hauptflächen betrifft, so giebt es Beispiele, wo der Parallelismus zweier Flächen nicht vollständig ist; dieß zeigen die hemitropischen Krystalle (Fig. 130 und 131). Da diese Krystalle in der That aber nichts sind als die Vereinigung zweier Krystalle in verkehrter Richtung (siehe den 8ten Abschnitt), oder doppelte Krystalle, so findet hier keine Ausnahme statt, um so mehr, da man fast immer einfache, zur selben Varietät gehörende Krystalle mit je zwei, einander parallelen, Flächen kennt. Es giebt auch einfache Krystalle, die diese Anomalie zeigen; da deren aber nur sehr wenige sind, und man nicht selten andere, ähnliche, ganz regelmäßige, Krystalle findet, so kann man behaupten, daß, da die wahrge-

---

*) Diese Bestimmung von Hauptflächen wird vollständiger §. 33 gegeben werden. In Fig. 72 z. B. sind die dreieckigen Flächen, die am größten sind, die Hauptflächen, und die verlängerten sechseckigen Flächen d sind die hinzugekommenen kleineren Flächen, deren Gegenwart das Polyeder nicht merklich ändert, welches aus der Vereinigung der andern hervorgeht, und in dem man ein Oktaeder erkennt.

nommene Anomalie nicht constant ist, diese Krystalle nicht zur Entkräftung der allgemeinen Regel dienen können *).

Was die hinzugekommenen kleineren Flächen betrifft, so sind die Beispiele ihres nicht Parallelismus und des Fehlens einer von beiden parallelen Flächen wohl häufiger; den aufgestellten Grundsatz aber können sie nicht umstoßen. Erstlich giebt es Krystalle, wo diese Unregelmaßigkeit durchaus nicht constant ist, und dann muß man sie, wie bei den Hauptflächen, als zufällige, in gewissen Fällen durch, uns bis jetzt noch unbekannte, Ursachen, hervorgebrachte Abweichungen, betrachten; bei anderen Krystallen haben eine oder mehrere kleine Flächen, welche an dem einen Ende der Dimension liegen, die als Axe des Krystalls betrachtet werden kann, keine parallelen am entgegengesetztem Ende, und hier ist diese Unregelmäßigkeit constant (siehe Fig. 65, Turmalin; und 85, Boracit). Diese Krystalle aber werden durch Erwärmen elektrisch, und zeigen an zwei entgegengesetzten Punkten beide Arten von Elektricität. Hier kann man daher mit einiger Wahrscheinlichkeit muthmaßen, daß die Anomalie in der Gestalt von der elektrischen Eigenthümlichkeit herrührt, und diese Vermuthung wird durch die gemachte Beobachtung bestatigt, daß eine und dieselbe Mineralgattung (Titanit) elektrische und unelektrische Krystalle zeigt; erstere haben von einander verschiedene, letztere ähnliche Gipfel.

Alle diese Ausnahmen können also die allgemeine Regel nicht umstoßen; höchstens können sie dieselbe dahin einschränken, daß die Natur stets bei den Krystallen die Tendenz hat, einander parallele Flächen zu erzeugen, und daß sie sich nur in sehr seltenen Fällen hiervon entfernt hat, welche selbst wiederum Ausnahmen in der nämlichen Gattung

*) Der Turmalin z. B., der oft im regelmäßigen sechsseitigen Prisma krystallisirt, zeigt sich zuweilen auch in der Hauptgestalt als dreiseitiges gleichseitiges Prisma durch das Verschwinden dreier Flächen des Prismas (Fig. 66); diese Ausnahme aber, welche, auch beim Turmalin nicht immer statt findet, scheint mit der elektrischen Beschaffenheit desselben, wie man sogleich hören wird, in Verbindung zu stehen.

unterworfen sind. Durch dieses allgemeine Streben, stets einander parallele Flächen zu erzeugen, kommt es, daß man, mit Ausnahme des Tetraeders, unter den Krystallen keine völligen Pyramiden, aber wohl Doppelpyramiden u. s. w. findet.

§. 3. Die, die Krystalle begrenzenden Ebenen sind im Allgemeinen, entweder alle zusammen oder theilweise, um eine Linie, die man als Axe betrachten kann, symmetrisch gelagert.

Bald ist der größte Theil, oder wenigstens die Hauptflächen der Axe parallel, und dann hat der Krystall die Gestalt eines Prismas (siehe Fig. 10 — 18, 33, 36, u. s. w.); bald sind alle Ebenen oder nur ein Theil derselben gleich gegen die Axe geneigt (siehe Fig 21 — 26 38, 47 u. s. w.), und alsdann gleicht jeder Gipfel des Krystalls einer mehr oder weniger regelmaßigen Pyramide.

Es giebt auch Fälle, wo nur zwei Flächen gegen die Axe geneigt sind (Zuschärfung §. 67, Fig. 53, 54 u. s. w.), oder bei denen mehrere Flachen je zwei und zwei dieselbe Neigung haben (Fig 63); oder auch solche, wo mehrere Flächen zu dreien, zu vieren gegen dasselbe Ende einer Axe, dieselbe Neigung gegen diese Axe zeigen. Es ist aber hier der Ort nicht, diese Einzelnheiten, von denen man im Folgenden häufige Beispiele finden wird, durchzugehn. Eben so unnütz wäre es, die wenigen von dieser Regel Ausnahme machenden Krystalle zu erwahnen, wie z. B die Priemen mit ungleich gegen die Axe geneigten Endflächen, welche sich bei einer Varietät des Feldspaths finden (Fig. 55).

Wir wollen nur noch bemerken, daß die vorhin erwähnten prismatischen und Pyramidal-Gestalten sehr haufig mit einander in einem Krystall vereinigt sind, und daß alsdann die Flächen, welche das Prisma, so wie die, welche die Pyramide bilden wollen, an dieselbe Axe geknüpft sind (Fig. 59 u. s. w.).

Es giebt indessen Fälle, die beim ersten Anblick Ausnahmen von dieser Regel zu machen scheinen, wie z. B. der in Fig. 81 dargestellte Krystall. Dieß kömmt aber daher, daß die An-

ordnung der Flächen so symmetrisch ist, daß man willkührlich eine, zwei, drei, auch vier Linien als Axe betrachten kann. Letzteres findet beim Würfel statt (siehe §. 37).

Diese einzelnen Andeutungen über die Symmetrie der Krystalle werden im dritten Abschnitt weiter entwickelt werden.

§. 4. Man bemerkt an den Krystallen eines Minerals mehrere von einander verschiedene Gestalten, obgleich in diesen verschiedenen Fällen die anderen Charaktere des Minerals, und besonders seine chemische Zusammensetzung, keine bemerkbare Verschiedenheit zeigen *).

Viele Mineralien haben sogar mehrere verschiedene Gestalten von einerlei Art aufzuweisen **).

Diese Verschiedenheit der Krystallgestalten an einer Substanz war den Physikern und Mineralogen schon lange bekannt, und mußte nothwendig die, welche sich mit dem Studium der Krystalle beschäftigten, abschrecken, so lange man nicht wußte, ob sie in gewisse Grenzen eingeschlossen sey oder nicht. Haüy machte die Entdeckung, daß diese verschiedenen Gestalten stets durch geometrische Verhältnisse unter sich verknüpft, und daß sie nur verschiedene Resultate eines Krystallsystems seyen. Diesen Ausdruck werden wir unten (§. 17) näher bestimmen. Das eben Gesagte reicht schon hin um einzusehen, daß diese zuweilen oft sehr große Mannichfaltigkeit von Gestalten bei einerlei chemischer Zusammensetzung, dennoch für jede Substanz in unveränderliche Grenzen eingeschlossen ist; und in der Folge wird man sehen, daß die Kenntniß einer kleinen Anzahl von

*) So krystallisirt der Bleiglanz in Würfeln und regelmäßigen Oktaedern; der Kalkspath findet sich sowohl als regelmäßige 6seitige Säule, als auch in einer besonderen Art von 4seitigem schiefwinklichem Prisma (Rhomboeder §. 43, Fig. 19), und als Doppelpyramide mit 6 symmetrischen Flächen u. s. w. (ungleichseitiges Triangulär Dodekaeder; §. 58, Fig. 48).

**) So zeigt der Kalkspath wenigstens sechs verschiedene Rhomboeder und 3 Doppelpyramiden mit 6 symmetrischen Flächen; der Korund mehrere 6seitige Doppelpyramiden mit gleichschenklichen Flächen, das Scheelerz zweierlei quadratische Oktaeder u. s. w.

Krystallen eines Minerals oft schon hinlänglich ist, a priori nicht nur die anderen Gestalten, welche es hat oder haben kann, sondern auch die zu bestimmen, welche ihm nothwendig fremd sind.

§. 5. **Die verschiedenen Winkel der Krystalle sind in jeder bestimmten Gestalt einer Substanz stets constant und unveränderlich.**

Unter Winkeln der Krystalle werden hier nicht nur die Neigungswinkel, welche von je zweien Flachen der Polyeder gebildet werden, verstanden, sondern auch die ebenen Winkel, gebildet von den Durchschneidungslinien dieser Ebenen, d. h. von den Kanten der Krystalle. Wir begnügen uns, dieß hier kurz erwähnt zu haben; das Weitläufigere über die verschiedenen Arten der Krystallwinkel wird man §. 24 finden.

Diese Beständigkeit der Krystallwinkel ist seit den Arbeiten Romé de l'Isle's allgemein anerkannt worden, gleichwohl erfordert dieser Grundsatz einige Auseinandersetzung, um den scheinbaren Widerspruch aufzuheben, in welchem er mit dem im vorigen §. Gesagten, daß die Krystalle mancher Mineralien mehrere Gestalten einer Art zeigen, zu stehen scheint.

Ohne Zweifel zeigen diese verschiedenen Gestalten einer und derselben Art verschiedene Winkel; bei jeder aber sind die Winkel constant und unveränderlich, und diese Uebergänge von einer Gestalt in die andere im Maaße der Winkel finden durchaus nicht allmählich statt. Da übrigens, wie oben gezeigt wurde, die geometrischen Verhältnisse, welche man zwischen den verschiedenen Gestalten einer Art wahrgenommen, diese alle auf eine Grundgestalt zurückführen, wie man unten sehen wird, so sind folglich alle diese verschiedenen Winkel nur nothwendige Folgen eines ersten, von der Natur bestimmten Winkels. Die Beständigkeit und Unveränderlichkeit der Krystallwinkel bleibt also hiervon unumgestoßen.

§. 6. **Die Krystalle haben stets vorspringende niemals einwärtsgehende Winkel.** Die einzigen Fälle, wo die Natur sich von dieser Regel entfernt zu haben scheint, sind die Krystalle, welche man mit den Namen Hemi-

tropien belegt (siehe §. 113, Fig. 130 u. 132), und die regelmäßigen Krystallgruppirungen und Durchkreuzungen (§. 121; Fig. 141, 142 und 143); da die letzteren aber blos eine symmetrische Vereinigung einfacher Gestalten mit vorspringenden Winkeln, und die Hemitropien nur das Resultat von der Verbindung zweier Hälften von Krystallen in verkehrter Richtung sind, so erleidet also die eben genannte allgemeine Regel keine Ausnahme.

§. 7. Die Krystalle zeigen oft in ihrem Bruche ebene Flächen; und da diese Art des Bruches immer parallel an den nach und nach von dem Krystall erhaltenen Bruchstücken wiederholt werden kann, so bilden folglich je zwei auf einander folgende parallele Brüche eine Platte oder Blatt. Deßhalb hat man diese Art von Bruch den blättrigen Bruch genannt.

Die Steinschneider kannten diese Eigenschaft schon lange an mehreren Steinen, die sie gebrauchen; vorzüglich am Diamant, der einen blättrigen Bruch in vier verschiedenen Richtungen zeigt, und sie benutzten diese Eigenschaft zur beträchtlichen Abkürzung des Diamantschneidens, indem sie dadurch die trüben oder schlecht gefärbten Theile davon trennten. Diese Operation nennen sie den Diamant kloven (cliver, clivage), und das Kloven des Diamants.

Mehrere Mineralogen haben dieses Wort clivage angenommen, zur Bezeichnung der Eigenschaft einer großen Anzahl krystallisirter Mineralien, sich in ebenen Richtungen, oder, wie man sagt, in Blätter spalten zu lassen, und wir werden es auch so gebrauchen *). Haüy hat dieß mit dem Ausdruck mechanische Theilung bezeichnet. Man hat aber dem Worte Durchgang (clivage) noch eine weitere Ausdehnung gegeben, indem man es zur Bezeichnung der graden Spalten anwandte, welche man an einem Krystalle bemerkt, ohne daß der Bruch deren Richtung durchaus folge. Alsdann sagt man, es seyen Spuren von Durchgängen vorhanden; und diese Benennung ist sehr richtig, da jener Bau im Wesentlichen dem

*) Im Deutschen wird es durch das Wort Fügungskluft, gewöhnlicher aber mit Durchgang der Blätter bezeichnet.

gleich ist, der das blättrige Gefüge zeigt, und sich von diesem nur durch geringeres Hervorstechen des Gefüges unterscheidet.

§. 8. Es giebt also deutlichere und undeutlichere Durchgänge, welchen Unterschied wir durch den Ausdruck, Vollkommenheit, oder Reinheit (netteté) des Durchganges bezeichnen werden. Manche sind durch den Bruch leicht darzustellen, selbst ohne nach gewissen Gesetzen zu operiren; andere erfordern mehr Vorsicht, und man erhält sie stets mehr oder weniger unvollkommen. Andere bemerkt man nur vermittelst Andeutungen durch Linien, welche die Natur auf den Krystallflächen zeichnete, die man in einer Ebene über mehrere angrenzende Flächen sich fortziehen sieht, aber durch den Bruch niemals entblößt worden sind; bei anderen endlich sind die Spuren so schwach und unbestimmt, daß man sie nur durch den Wiederschein, den man wahrnimmt, wenn man den Krystall einem lebhaften Lichte aussetzt, bestimmen kann.

§. 9. Gewöhnlich zeigt ein Krystall mehrere, entweder bestimmte, oder bloß angedeutete Durchgänge, deren Anzahl zuweilen beträchtlich ist; das geschmolzene Spießglanz zeigt gegen zehn. Manche Beobachtungen würden bei einigen Substanzen, wenn man auch auf die schwächsten Spuren Rücksicht nahme, noch mehrere Durchgänge kennen lehren. Gewöhnlich giebt es nicht mehr als 3, 4, 5 bis 6 andere Krystalle zeigen nur einen oder zwei, und manche nicht einen einzigen (die meisten der gediegenen Metalle, der Arsenikkobalt).

§. 10. Die an einem Krystalle wahrnehmbaren Durchgänge veranlassen zu mehreren sehr wichtigen Beobachtungen.

Zuweilen haben alle denselben Grad von Reinheit; es ist nämlich jeder von ihnen gleich leicht oder schwer zu entblößen *). Andere zeigen verschiedene Grade der Reinheit **).

*) Dieß bemerkt man aber bei dem vierfachen Durchgang (dem regelmäßigen Oktaeder) dhs Flußspaths, bei dem dreifachen Durchgang (Würfel) des Bleiglanzes.

**) So hat der Gyps 3 Durchgänge, deren einer sehr leicht spaltbar ist, so daß man mit einem Messer ohne Hammerschlag ihn entblößen

§. 11. Bei den Substanzen mit mehreren Arten von Durchgängen bemerkt man oft, daß diese in Hinsicht ihrer Reinheit gleichsam in verschiedene Ordnungen getheilt sind. So bemerkt man z. B. am Korund drei gleich deutliche gegen die Axe geneigte Durchgänge, und einen auf die Axe senkrechten weniger deutlichen; am Kalkspath bemerkt man zuerst einen dreifachen sehr deutlichen Durchgang, und mehrere andere dreifache und sechsfache, alle weniger deutlich als die ersten. Diese letzteren Arten von Durchgängen hat man zuweilen mit dem Namen von überzähligen Durchgängen oder Nebendurchgängen (clivages surnuméraires) bezeichnet.

§ 12. Man hat gesehen (§. 5) daß die Krystallwinkel in jeder Gestalt einer Substanz constant und unveränderlich sind; aber dieß ist auch bei den Durchgängen an allen Krystallen einer Mineralgattung der Fall; es sind namlich in einerlei Substanz die Durchgänge stets ähnlich gelagert, und bilden sowohl unter sich, als mit den Flächen des Krystalls immer dieselben Winkel. Der Durchgang oder das blättrige Gefuge der Krystalle kann folglich als eine Art von constanter und unveränderlicher Organisation der Mineralien betrachtet werden.

§. 13. Wenn die Krystalle mehrere Arten des Durchgangs zeigen (siehe §. 9), so kann man die Vereinigung der Durchgangsebenen so betrachten, als wenn durch sie wirklich eine constante innere geometrische Gestalt gebildet würde, die man allgemein Körper der Durchgänge nennen kann.

Man wird in der Folge sehen, wie nützlich es ist, diese Körper der Durchgänge genau zu kennen, welche bei der Bestimmung der Grundgestalten der Krystalle, oder des Krystallsystems im Allgemeinen zur Hauptgrundlage dienen. (Siehe den 7ten Abschnitt.)

---

kann, und zeigt eine ebene spiegeliche Fläche, während die beiden andern weit minder spaltungsfähig sind, und keine glänzenden Flächen bieten.

Bei den Krystallen, welche mehrere Ordnungen von Durchgängen zeigen, wird man oft deßhalb veranlaßt, jeden der Körper, der von allen Durchgängen einer Ordnung gebildet wird, besonders zu betrachten; und diese Abstraktion ist um so natürlicher, als die verschiedenen, auf diese Weise in einem Krystall denkbaren Körper, stets merkwürdige geometrische Beziehungen unter sich haben, welche den, die verschiedenen Krystallgestalten eines Minerals unter sich verbindenden, analog sind (siehe §. 4).

Am Ende des 3ten Abschnitts werden wir die verschiedenen, an den Körpern der Durchgänge beobachteten Gestalten, beschreiben (siehe §§. 62 und 63).

§. 14. Fast immer sind die Durchgangsebenen einigen, entweder am Krystall selbst, oder an anderen Krystallen derselben Substanz existirenden Flächen parallel. Findet dieses nicht statt, so bemerkt man, daß die, eine der Durchgangsebenen darstellende Fläche, zur Zahl jener gehört, deren mögliche Existenz man nach den wahrgenommenen Ebenmaaß-Gesetzen anzunehmen befugt ist. (Siehe §. 4, und den 5ten Abschnitt.)

§. 15. Man hat gesehen (§. 12), daß die Durchgänge ihrer Lage nach beständig sind; im Allgemeinen kann man auch sagen, daß sie gewöhnlich auch hinsichtlich des Grades ihrer Deutlichkeit constant sind.

Indessen nimmt man nicht selten hierin Abänderungen wahr, die bemerkt werden müssen.

Unter den Gattungen, welche nur Eine Ordnung des Durchgangs haben, giebt es Krystalle, wo dieser Durchgang sehr ausgesprochen, andere, wo er kaum wahrzunehmen, und noch andere, wo er ganz unbestimmt ist.

So zeigt der Korund z. B. in den großen, fast undurchsichtigen Krystallen von Indien und China sehr bestimmt, den ihm eigenen dreifachen rhomboedrischen Durchgang, während dieser in den durchscheinenden Krystallen von Pegu kaum angedeutet ist, u. s. w., und in den bei Sella in Piemont gefundenen ganz verschwindet.

Unter den an einer Substanz beobachteten Durchgängen von verschiedener Ordnung, giebt es einige, die nur selten vorhanden sind, und deren Gegenwart von besondeern Umständen abzuhängen scheint.

So ist am Kalkspath der dreifache Durchgang, welcher parallel den Flächen der Form, die man primitives Rhomboeder genannt hat, stets von constanter und unveränderlicher Reinheit; die andern an derselben Substanz beobachteten aber sind stets unbestimmter als der erste (wie der den Flächen des gleichartigen oder den des winkelvertauschenden (inverse) Rhomboeders parallele), und finden sich sehr selten und nur in den Krystallen mancher Gegenden. Der Mangel an Beständigkeit dieser Durchgänge war ein Beweggrund, sie überzählige (surnumeraires) Durchgänge zu nennen.

In allen diesen Beispielen erlitten die Durchgänge von einerlei Ordnung zugleich dieselben Veränderungen, und die verschiedenen Ordnungen zeigten dieselben Verhältnisse der Deutlichkeit, die weniger wahrnehmbaren als die andern wurden niemals bestimmter. Es giebt indessen eine kleine Anzahl von Fällen, wo diese letzte Abänderung bemerkt wurde *).

Es giebt daher zuweilen Abänderungen in den Verhältnissen der Reinheit der Durchgänge. Diese Ausnahme von der allgemeinen Regel ist aber sehr selten, und hat nur bei Durchgängen statt, die gegen die Axe des Krystalls auf verschiedene Weise gelagert sind. Die der Axe parallelen, oder gegen dieselbe gleich geneigten Durchgänge scheinen beständig dieselbe relative Deutlichkeit zu haben.

*) So sind im Augit, bei dem 5 Durchgänge vorhanden, die vier, welche der Axe parallel sind, stets mehr oder weniger wahrnehmbar; der 5te aber, der gegen die Axe geneigte, ist in den vulkanischen Augitkrystallen fast immer undeutlich oder ganz unsichtbar, während er in denen aus Norwegen (Sahlite) und denen aus Piemont (Mussite) nicht nur sehr deutlich, sondern sogar über die übrigen Durchgänge, dieser so wie auch der andern Augitvarietäten hervorstechend wird.

Im Allgemeinen also sind die verschiedenen so eben genannten Abänderungen sehr selten, und man kann daher behaupten, daß die meisten Mineralien (welche Durchgänge haben) in allen ihren Krystallen dieselbe Anzahl von Durchgängen mit denselben relativen Verschiedenheiten der Reinheit constant zeigen. Auch haben diese beständigen relativen Verschiedenheiten, welche die Meinung des Mineralien-Baues, die wir oben (§. 12) an die Durchgänge knüpften, sehr unterstützen, zur Grundlage gedient, um die relativen Dimensionen der Grundgestalten (siehe den 3ten und 7ten Abschnitt) annähernd zu bestimmen, nach physikalischen Betrachtungen, die um so gegründeter sind, als diese Verschiedenheiten in der Reinheit mehrerer Arten von Durchgängen im Verhältniß stehen mit Verschiedenheiten, welche man an den ihnen entsprechenden Flächen wahrnimmt.

§. 16. Man hat gesehen (§. 4), daß die verschiedenen Krystallgestalten eines Minerals stets unter sich durch symmetrische Verhältnisse verbunden sind. Diese wichtige Thatsache wird in der Folge (siehe den 5ten, 6ten und 7ten Abschnitt) näher entwickelt werden. Eben so haben in einem Mineral die einzelnen, durch Vereinigung der Durchgänge von verschiedenen Ordnungen gebildeten Körper, analoge geometrische Verhältnisse unter sich.

Aus dem (§. 14) über den häufigen Parallelismus der Durchgangsebenen mit den Krystallflächen Gesagten, geht hervor, daß die genannten Verhältnisse eine Folge der zwischen den Krystallgestalten einer Gattung statthabenden Verhältnisse sind *).

*) So sieht man oft 2 Arten von Durchgängen (die ein 4seitiges Prisma bilden) diagonal liegen mit zwei andern Arten (die ein anderes 4seitiges Prisma bilden); so, einen 4fachen Durchgang, der ein symmetrisches Oktaeder bildet, durchkreuzt von zweien, durch seine Axe und die beiden Diagonalen der Base gehenden Durchgängen u. s. w.

§. 17. Aus dem bisher Gesagten kann man schon wahrnehmen, daß die Krystallgestalten und Durchgänge jeder Substanz nicht Resultate des Zufalls, sondern daß diese Polyeder constant, besonderen symmetrischen und für jede Substanz unveränderlichen Gesetzen unterworfen sind.

Wir wollen nun hier mit dem Worte Krystallsystem eines Minerals, alle symmetrischen Gesetze, denen die verschiedenen Theile der Krystallgestalten desselben unterworfen zu seyn scheinen, bezeichnen.

Es giebt krystallisirte Substanzen, deren Gestalten, obgleich oft sehr verschieden, doch so mit einander verbunden sind, daß man die sie verbindenden Verhältnisse sehr leicht wahrnimmt; andere hängen von verwickelteren Gesetzen ab; und bei anderen endlich, haben wir kaum noch Symmetrie wahrnehmen können. Es giebt daher sehr einfache, so wie mehr oder weniger zusammengesetzte Krystallsysteme *).

§. 18. Die meisten der unorganischen Körper krystallisiren, und man hat Grund anzunehmen, daß alle es können. Die Mineralien krystallisiren also alle. Gewiß ist in der Natur ein großer Ueberfluß von nicht krystallisirten Mineralien; aber fast alle können an krystallisirte angereihet, und als Abänderungen derselben betrachtet werden; und diese Zusammenstellungen sind sowohl auf die Identität des chemischen Bestandes, als auf augenscheinliche Aehnlichkeiten in allen Charakteren gegründet. Hieraus geht schon hervor, daß die Krystallisation, da man sie als allen Mineralien zukommend betrachten kann, eine besondere Aufmerksamkeit verdient, vorzüglich was die symmetrischen in jeder Gattung constanten Gesetze, denen sie zu unterliegen scheint, betrifft.

Man hat in unseren Laboratorien wahrgenom-

*) Der Flußspath, der Kalkspath haben einfache und leicht zu bestimmende Krystallsysteme, so daß man, wenigstens im Allgemeinen, leicht die Art der Modifikationen und Abänderungen ihrer Gestalten angeben kann. Der Feldspath, der Augit haben zusammengesetztere Krystallsysteme; noch mehr der Bleispath (plomb carbonaté) und der Epidot.

men, daß die von uns nach Willkühr zersetz- und wieder herstellbaren Substanzen, von denen wir versichert sind, ihre Bestandtheile und bestimmten Verhältnisse genau zu kennen, wenn sie krystallisiren, stets entweder dieselben Gestalten annehmen, oder eine Reihe unter sich durch bestimmte Verhältnisse verknüpfter Formen, deren jede constante Winkel zeigt; kurz, daß eine sehr identische chemische Mischung stets einem und demselben Krystallsystem zugehörige Krystalle erzeuge. Unter den Produkten unserer Laboratorien hat, wie es scheint, noch keins von dieser Regel eine Ausnahme gemacht.

Eben so hat man wahrgenommen, daß wesentliche und in bestimmten Verhältnissen von einander verschiedene chemische Mischungen zu wesentlich verschiedenen Krystallsystemen Anlaß geben, wenn man die Krystallsysteme ausnimmt, die einen regelmäßigen Körper, wie das Tetraeder, den Würfel, das Oktaeder, zum Typus haben, oder das Rautendodekaeder, das von diesen nur abgeleitet ist. Diese hat Haüy regelmäßige Körper (formes limites) genannt. Mit Ausnahme derselben hat man in zwei chemisch verschiedenen Substanzen noch nie ein gleiches Krystallsystem gefunden *).

Die umgekehrte Annahme von dem eben Gesagten scheint, wenigstens an den Produkten unserer Laboratorien, gleich wahr zu sein, daß nämlich identische oder verschiedene Krystalsysteme (immer mit Ausnahme der regel-

*) Einige über die Doppelsalze gemachte Erfahrungen scheinen Ausnahmen von dieser Regel darzubieten. Es läßt sich aber in dieser Rücksicht noch nichts Zuverlässiges sagen; erstlich, weil man die Erfahrungen noch nicht so weit ausgedehnt hat, daß man mit Bestimmtheit die chemische Mischung jedes Doppelsalzes, von dem man Krystalle erhielt, angeben kann, und weil übrigens die Aehnlichkeiten, welche man zwischen diesen Krystallen und denen, eines anderen Salzes, welches von dem Doppelsalze verschieden ist, zu finden geglaubt hat, noch so wenig bestätigt sind, daß man wohl muthmaßen kann, die Aehnlichkeiten seyen nur scheinbar.

mäßigen Körper) stets auch wesentlich identische, oder in ihrer Natur, oder Verhältnissen verschiedene chemische Mischungen anzeigen.

Die Chemiker haben die Wahrheit dieses Grundsatzes bemerkt; sie nehmen auch öfters zur Bestimmung der Natur einer Substanz, oder wenigstens zur Bestätigung dieser Bestimmung, die Beobachtung der Krystalle zu Hülfe. Oft begnügen sie sich um zur Erkenntniß der Gegenwart einer Erde oder eines Alkalis bei einer Analyse zu gelangen, die Krystalle, welche mit einer Säure gebildet werden, zu prüfen, u. s. w.

§. 19. Man hat der Analogie gemäß, alle diese Grundsätze, und folglich auch den letzteren, auf die sich auf der Oberfläche und dem Innern der Erde befindenden Mineralien angewandt; und hat nun voraussetzen zu können geglaubt, daß die Natur in ihren großen und uralten Schöpfungen denselben Gesetzen, denen wir sie sich in unseren Laboratorien unterwerfen sehen, habe folgen müssen.

Diese Voraussetzung kann nun freilich irrig seyn; denn wenn (wie man im zweiten Theile sehen wird) auf die Modifikationen unserer künstlichen Krystalle verschiedene gleichzeitige Umstände Einfluß haben, so überzeugt uns nichts, daß die Umstände, unter denen die Mineralien krystallisirten, ganz denen analog seyen, unter welchen wir in unseren Laboratorien arbeiten. Es ist wohl möglich, daß verschiedene Ursachen nicht nur die Gestalten einer Substanz, ohne dessen Krystallsystem zu ändern, modificiren, sondern daß sie ihm auch eine andere geben könnten, ohne deshalb seine chemische Mischung zu ändern.

Indessen erlangt diese Voraussetzung doch einen großen Grad von Wahrscheinlichkeit, da sie durch die Chemie bestätigt wird für die Mineralgattungen, deren wesentliche chemische Mischung wir in constanten und genau bestimmten Verhältnissen auffinden können, nehmlich für alle säurehaltigen und die meisten metallischen Substanzen. Von diesen Mineralien kann man, wie von den Produkten unserer Laboratorien behaupten, daß sie zwischen der Identität oder Verschiedenheit ihres Krystallgefüges, und der Identität oder Ver-

schiedenheit ihrer wesentlichen chemischen Zusammensetzung constante Verhältnisse zeigen *).

Freilich kann uns die Analyse bei den zahlreichen nicht säurehaltigen Erd- und Steinarten, die ungefähr den dritten Theil aller Mineralien ausmachen, nicht den Beweis für diese Verhältnisse führen. Bald sind die Analysen zweier, in Hinsicht der Gestalt und anderer Charaktere offenbar identischer Substanzen, sehr von einander abweichend; bald sind die Analysen ganz verschiedener Substanzen sich durchaus ähnlich, ohne daß der größte Scharfsinn der Chemiker die in einem und dem andern Fall erhaltenen Resultate verbessern könnte, da es fast jedesmal bis jetzt unmöglich ist, die wesentlich bestimmten von den zufälligen veränderlichen so oft existirenden Bestandtheilen zu unterscheiden. Ueberdies sind die Erd- und Steinarten alle aus verschiedenen Erden zusammengesetzt; und wir können diese Mineralien in unseren Laboratorien nicht nur nicht wieder zusammensetzen, sondern können auch nicht durch die Synthese die bestimmten Gränzen der verschiedenen, den Erden unter sich möglichen Verbindungen, feststellen.

Die Chemie ist, ihrer außerordentlichen Fortschritte ungeachtet, noch nicht so weit vorgerückt, daß sie mit Bestimmtheit und Uebereinstimmung die wahre Zusammensetzung dieser Classe von Mineralien angeben könnte; und wir können füglich die Grundsätze, die wir bei den Produkten unserer La-

*) Der Arragonit macht bis jetzt die einzige Ausnahme von der Regel unter den eben genannten Mineralien. Man weiß, daß er genau dieselben Theile von Kalk und Kohlensäure wie der Kalkspath enthält, und dennoch hat er ein ganz anderes Krystallsystem als diese Substanz. Es ist hier nicht der Ort, diese merkwürdige Thatsache zu erörtern. Wir wollen bloß bemerken, daß man daraus höchstens folgern könnte, die in diesem und dem folgenden Paragraph aufgestellten Grundsätze seien nicht ganz allgemein. Ihre Bestätigung aber in sehr vielen Fällen ist hinreichender Grund, von denselben bei der Bestimmung von Mineralgattungen wenigstens mit einem hohen Grade von Genauigkeit, Gebrauch zu machen. Wir werden auf diese Ausnahme, die der Arragonit macht, wieder zurückkommen (siehe §. 93).

boratorien aufstellen konnten, nicht mit vollkommener Gewißheit anwenden. Der Analogie gemäß, kann man wohl, als etwas wenigstens sehr Wahrscheinliches, annehmen, daß die Mineralien, deren Analyse noch nicht zur Genüge bestimmt ist, je nachdem sie ein ähnliches oder verschiedenes Krystallsystem zeigen, auch eine bestimmte identische oder verschiedene Zusammensetzung haben; um also von allen Mineralien im Allgemeinen zu sprechen, so behaupten wir, daß bei vielen, und sehr wahrscheinlich bei der größten Anzahl von Mineralien, wesentlich identische oder verschiedene Krystallsysteme (mit Ausnahme der regelmäßige Körper, siehe §. 18) stets eine Anzeige sowohl ihrer Natur als ihren Verhältnissen nach, wesentlich identischer oder verschiedener, chemischer Zusammensetzungen sind.

Die Erfahrung hat uns auch schon mehrere Beispiele von der Gewißheit der, auf diese Voraussetzung gestützten Vermuthungen, dargereicht.

So hatte Haüy den wesentlichen Unterschied zwischen den Krystallen des Schwerspaths und denen des Coelestins von Sicilien (damals für Schwerspath gehalten) erkannt, ehe Vauquelin ihren wirklichen chemischen Unterschied entdeckt hatte. Man weiß, daß dieser ausgezeichnete Krystallograph die Identität der Beryll- und Smaragd-Gattung durch die Aehnlichkeit ihrer Krystalle festgestellt, und daß er Vauquelin vorausgesagt hatte, er würde im Smaragd die dem Beryll eigenthümliche Erde (die Glucinerde) finden; was sich auch durch andere Untersuchungen bestätigt hat.

Diese so eben erwähnte Uebereinstimmung zwischen der wesentlichen Identität oder Verschiedenheit der Krystallisation, und der Identität nnd Verschiedenheit der bestimmten chemischen Mischung, ist um so wahrer, als sie sich in den wichtigsten anderen Charakteren durch ähnliche Verhältnisse bestätigt findet. Stets bemerkt man, daß die einerlei Krystallsystem habenden Substanzen keine merkliche Verschiedenheit in Hinsicht ihrer Härte, ihres specifischen Gewichts, und ihrer anderen wesentlichen Charaktere, daß sie sogar oft große Ueber-

einstimmung in ihrer Färbung und den anderen Eigenschaften, die sonst auch in einer Gattung so veränderlich sind, zeigen.

§. 20. Das Vorhergehende beweist hinlänglich, wie wichtig die aus der Beobachtung der Krystalle abgeleiteten Charaktere, oder genauer, wie wichtig das Krystallsystem der Mineralien ist.

Es ist hier nicht der Ort, die relative Wichtigkeit der mineralogischen Merkmale bei Bestimmung der Gattungen auseinander zu setzen; wir wollen nur bemerken, daß alle Gelehrte vereinigt als Grundsatz anerkennen, daß die unorganischen Körper nach den wesentlichen Verschiedenheiten ihrer chemischen Zusammensetzung geordnet, oder, daß die Mineralgattungen durch die Analyse bestimmt werden müßten.

Die Anwendung dieses Grundsatzes setzt nun aber die Kenntniß der Zusammensetzung eines Minerals, sowohl was die Natur seiner wesentlichen Bestandtheile als deren constante und bestimmte Verhältnisse betrifft, voraus, und daß diese Zusammensetzung bestimmte Verschiedenheiten zwischen diesem Mineral und allen anderen begründe. Da man aber weiß, daß diese Bedingung für eine große Anzahl von Substanzen noch nicht hat erfüllt werden können, so können folglich die Gattungen, in welche man sie vereinigen muß, nicht durch die Analyse bestimmt und begränzt werden, und man muß auf Mittel sinnen, diesen Eintheilungsgrund durch einen andern zu ersetzen. Dies veranlaßt daher nach der, den vorigen Paragraph beschließenden Voraussetzung, zu der Annahme, daß die aus der Beobachtung des Krystallsystems einer Mineralsubstanz hergeleiteten Kennzeichen nebst der chemischen Analyse, oder bei deren Mangel, allein das sicherste Mittel zur Bestimmung der Gattung, der sie angehören muß, sind.

§. 21. Die Anwendung dieses Grundsatzes aber verlangt sehr große Aufmerksamkeit. Die Beobachtung des Krystallsystems kann nur dann wahrhaft specifisch sein, wenn sie vollständig ist, wenn man die ersten Beobachtungen durch zahl-

reiche, anderer Art, hat bestätigen können, und wenn alle mit einander übereinstimmen. Auch muß man, wenn man genaue Resultate in diesen schwierigen Untersuchungen zu haben wünscht, durchaus damit den Anfang machen, den allgemeinen Gang der Krystallisation, und die symmetrischen Gesetze, denen die verschiedenen beobachteten Krystalle unterworfen zu sein scheinen, gut kennen zu lernen. Dies wird in den folgenden Abschnitten abgehandelt werden.

Hier mögen noch ihre Stelle finden einige Bemerkungen über jene Krostallgestalten, die dem Mineral, welches sie zeigt, seiner chemischen Mischung nach, nicht zugehören, nehmlich, über die nachgebildeten und After-Krystalle (cristaux épigènes pseudocristaux). Die Beschreibung derselben findet ihren Platz hier am schicklichsten, um den Schluß der allgemeinen Ideen, die wir von den Krystallgestalten geben wollten, zu machen.

§. 22. Es giebt krystallisirte Mineralien, welche seit ihrer Krystallisation von selbst Veränderungen des chemischen Bestandes, ohne Wechsel der Form, erlitten haben. Gewöhnlich haben sie einen ihrer Grundstoffe verloren und dafür einen andern erhalten, zuweilen findet auch nur das letztere statt. Diese Erscheinung kann man, jedoch nur uneigentlich, mit der Versteinerung des Holzes vergleichen, dessen Pflanzenstoff durch eine Mineralsubstanz ohne Veränderug der Textur ersetzt worden, mit dem Unterschiede, daß im versteinerten Holze nichts von dem Pflanzenstoffe übrig bleibt, während der Krystall wenigstens einen seiner wesentlichen Bestandtheile behält.

Haüy hat zur Bezeichnung dessen, was bei dieser Erscheinung vorgeht, das Wort Nachbildung (épigènie) gewählt, weil ein solcher Krystall in der That eine Substanz ist, die später (produit après coup) über die Form einer andern sich gebildet hat.

Man giebt dem Mineral alsdann den Nahmen der Gattung, dessen chemische Mischung es hat, mit dem Zusatze, nachgebildet (épigène) *).

*) So kennt man einen nachgebildeten Bleiglanz, der nichts anderes ist als krystallisirtes phosphorsaures Blei, in welchem die ver-

Die Krystalle, in denen diese Nachbildung statt gehabt, nennt man nachgebildete Krystalle.

Es versteht sich, daß man das Vorhandensein dieser Nachbildungen nur zwischen zwei Gattungen, deren wesentliche und unveränderliche chemische Mischung genau bekannt ist, bestimmen kann. Es ist wohl möglich, daß unter den Mineralgattungen mit noch nicht hinlänglich bekannter chemischer Zusammensetzung noch mehrere solche Nachbildungen sich befinden, und wenn dies sich einst erweisen sollte, so werden sich dadurch vielleicht manche der widersprechenden Analysen erklären lassen.

Was den Platz, den die nachgebildeten Krystalle einnehmen sollen, betrifft, so setzt man sie der Gattung, deren Gestalt sie haben, gewöhnlich nach; wir aber glauben, man müßte sowohl in der Darstellung als den Sammlungen ihnen einen doppelten Platz anweisen, nehmlich, sie erstlich der Gattung, von der sie die Mischung und den Namen haben, und zweitens der, die ihnen die Gestalt giebt, nachstellen, da sie an die genaue Kenntniß beider Gattungen geknüpft sind. Nach dieser Ordnungsart müßten die eben erwähnten Krystalle des nachgebildeten Bleiglanzes anhangsweise hinter dem Bleiglanz und dem phosphorsauren Blei erwähnt werden.

§. 23. Unter After-Krystallen versteht man Krystallgestalten, welche auch, wie die nachgebildeten Krystalle, nicht dem Mineral angehören, dessen Mischung sie haben.

Sie unterscheiden sich aber von den nachgebildeten Krystallen dadurch, daß bei ihnen alle Bestandtheile des Minerals, von dem sie die Gestalt haben, verschwunden, und durch ein anderes Mineral ersetzt worden sind, und daß dieses Ersetzen, wenigstens in den meisten Fällen, vermuthlich durch Ausfüllung (moulage) bewirkt wurde. Der Achat ist gewöhnlich die Substanz dieser Afterkrystalle.

Auf diese Idee von Ausfüllung wird man dadurch ge-

---

schwundene Phosphorsäure durch Schwefel ersetzt worden; so giebt es nachgebildeten Gyps, welcher blättriger Anhydrit ist, der später Wasser aufgenommen hat, u. s. w.

leitet, daß der Stoff dieser Afterkrystalle sehr häufig seinen mehr oder weniger offenbar zusammengebackenen, den Krystallflächen parallelen, und niemals einen blättrigen Bau zeigt; daß ihr Inneres gewöhnlich hohl, und mit kleinen Quarzkrystallen ausgefüllt ist; daß sie endlich oft abgerundete Kanten haben.

Es läßt sich also vermuthen, 1) daß die schon gebildeten Krystalle von einer andern Mineralsubstanz, die ihren Abdruck annahm, umhüllt wurden; 2) daß diese Krystalle in der Folge durch irgend eine Ursache, die nicht ihre Umhüllung angriff, zerstört und fortgerissen wurden, was ihre Hüllen leer machte; 3) daß diese Höhlungen später durch einen neuen Absatz ausgefüllt wurden, welcher ganz die Gestalt der, von den ursprünglichen Krystallen verlassenen Höhlen annahm.

Es giebt indessen Afterkrystalle, in welchen nichts diese Vermuthung des Ursprungs durch Ausfüllung bestätigt, als die, aus jenen Krystallen abgeleitete Analogie, bei welchendiese Ausfüllung augenscheinlich ist. Es ist wohl möglich, daß das Ersetzen des ursprünglichen Stoffs dieser Krystalle durch die dieselben jetzt bildende Materie in manchen Fällen nach und nach erfolgt sei, wie man bei der Versteinerung des Holzes vermuthen sollte; und dann würde diese Veränderung zum Theil mit der bei der Nachbildung statthabenden übereinkommen; es fehlt uns aber an Thatsachen, um hierüber eine Meinung aufstellen zu können.

Die verschiedenen Afterkrystalle, die man im Speckstein von Bayreuth findet, und die selbst aus Speckstein bestehen, gehören zu denen, wovon wir eben sprechen. Man glaubte zuerst, daß es wahre Krystalle von Quarz und Kalkspath Gattungen, wozu sie, ihrer Gestalt gemäß, gehören würden, sein könnten, und daß diese Substanzen im Krystallisiren eine große Menge Speckstein an sich gezogen, und in ihre Krystalle eingebacken hätten, etwa wie der Kalkspath von Fontainebleau Sandkörnchen enthält. Dennoch mußte man bei gänzlicher Abwesenheit des kohlensauren Kalks in den Afterkrystallen des Specksteins, welche die Gestalt des Kalkspaths haben, und bei den Mangel der Härte bei denen, die sich dem Quarz nähern, dieser Meinung durchaus entsagen,

und sie wiederum als Afterkrystalle betrachten; man hat bis jetzt aber über die Art ihrer Entstehung noch keine befriedigende Erklärung geben können.

Zweiter Abschnitt.

Mittel zur Messung der Krystallwinkel.

§. 24. Aus den im ersten Abschnitt gegebenen allgemeinen Ansichten über die Krystallgestalten, über die Beständigkeit der Winkel an ihnen, und was man Krystallsystem nennt, geht hervor, daß zur umfassenden Kenntniß der Krystalle durchaus Mittel nöthig sind, um ihre Winkel aufs genaueste zu bestimmen.

Im Allgemeinen unterscheidet man an den Krystallen, wie wir schon oben (§. 5) gesagt haben, die Winkel, die je zwei Ebenen unter einander bilden, oder die Neigungswinkel, und diejenigen, welche von zwei aneinanderstoßenden Kanten gebildet werden. Wenn wir von letzteren mit den Neigungswinkeln zugleich reden, so wollen wir sie zum Unterschiede stets ebene Winkel nennen.

Es giebt an den Krystallen noch eine dritte Art von Winkeln; dies sind die Ecken (angles solides), die das Resultat von der Vereinigung wenigstens dreier Ebenen in einem Punkte sind.

Wir werden die Ecken dreiflächig, vierflächig (triple, quadruple) u. s. w. nennen, welche von drei, vier Ebenen u. s. w. gebildet werden. Es ist aber dieser Unterschied zwischen den Ecken und den beiden ersteren Arten von Winkeln, daß die Neigungswinkel das größere oder geringere Maaß ausdrücken, um welches zwei Ebenen sich durch eine Art von Drehung um eine Linie, welche ihr Durchschnitt ist, von einander entfernt haben; daß die ebenen Winkel eben so die Entfernung zweier Linien durch Drehung in einer Ebeue um den Punkt, in welchem sie sich schneiden, angeben; daß also sowohl die Neigungs- als ebenen Winkel

durch Bogen gemessen werden können, während dies mit den Ecken nicht der Fall ist. Das wahre Maaß derselben würde der Theil der sphärischen Fläche sein, der zwischen ihren Seiten, d. h. den sie bildenden Ebenen, befindlich wäre, und diese sphärische Fläche würde den Scheitelpunkt der Ecke zum Mittelpunkt haben. Da aber dieses sphärische Polygon nur durch Theilung in sphärische Dreiecke gemessen werden kann, und ein sphärisches Dreieck durch Kenntniß seiner drei Winkel oder Seiten bestimmt ist, so kann man folglich die dreiflächige Ecke eines Krystalls vermittelst der Neigungs- oder ebenen Winkel, welche diese Ecke bilden, bestimmen, indem die ersteren die Winkel und die letzteren die Seiten des sphärischen Dreiecks sind, durch deren Bekanntseyn das sphärische Dreieck selbst bekannt ist. Eben so ist es mit den vierflächigen und den anderen Ecken.

§. 25. Man möchte glauben, daß man das Maas der ebenen Winkel, wenigstens annähernd, durch die gewöhnlichen Winkelmesser finden könnte. Aber eines Theils sind die Krystalle fast immer zu klein, als daß man dies Instrument auf sie anwenden könnte, und selbst bei den Krystallen mit größerer Ausdehnung würde man oft bei dem häufigen Mangel der Continuität der Kanten hiermit nicht ausreichen; übrigens würde sich jener Winkelmesser der Ungleichheiten, die man beständig in einigen Punkten einer Fläche findet, und der Krystallgruppirungen wegen, selten mit Vortheil gebrauchen lassen. Man mißt daher in der Regel die *ebenen Winkel* nicht, man berechnet sie aus dem Maaße mehrerer anliegender *Neigungswinkel*; oder will man sie direkt messen, so kann man, in vielen Fällen wenigstens, mit dem gewöhnlichen Goniometer, wovon wir sogleich sprechen werden, ausreichen.

§. 26. Man mißt die Neigungswinkel eines Krystalls mit verschiedenen Instrumenten, die man *Goniometer* nennt. Man kann diese in zwei Classen theilen. Die einen bestehen vorzüglich aus zwei länglichen Metallplatten, die durch eine Axe, um welche sie sich drehen können, verbunden sind. Man bringt diese beiden Platten mit ihrer Schärfe auf die Flächen, welche den Neigungswinkel bilden, senkrecht auf die

Durchschnittskante; sie entfernen sich von einander der Größe des Neigungswinkels gemäß, die man dann mit einem Zirkelbogen mißt. Die anderen Goniometer sind in Grade getheilte halbe oder ganze Kreise, die so gestellt sind, daß man durch Reflexion eines Gegenstandes von einer oder der andern Fläche, welche den Neigungswinkel des Krystalls bilden, denselben beobachten kann. Dies kann freilich nur bei Krystallen angewendet werden, deren Flächen zur Reflexion der Gegenstände geeignet sind, was nicht immer der Fall ist.

Die Figuren 1, 2 und 3 stellen zwei Goniometer der ersten Art dar, die man Anlegungs-Goniometer (goniomètres par application) nennen könnte. In der einen (Fig. 1) ist der Halbzirkel an die beiden Metallplatten befestigt; in der andern (Fig. 2 und 3) ist er von ihnen getrennt. Die Figuren 4 und 5 stellen Reflexionsgoniometer (goniomètres à reflèxion) dar.

§. 27. Das Goniometer (Fig. 1) ist vor ungefähr vierzig Jahren von Carangeot erfunden worden. Der in Grade getheilte Halbzirkel str, aus Kupfer oder Silber, ist nicht wie gewöhnlich durch einen Diameter ganz geschlossen. Dieser geht nur bis zum Mittelpunkte, von r bis c, und trägt die Axe c, um welche das Linial df sich bewegt. Dies Lineal kann durch die in ihm befindliche Fuge lm verlängert oder verkürzt werden. Zwei ähnliche Fugen, gh, ik sind in dem befestigten Lineale ab, damit es selbst längst der beiden festen Punkte c und e vor- und zurückgeschoben werden kann. Die beiden Lineale sind von Stahl.

Durch diese Einrichtung hat man es also in seiner Gewalt, eine beträchtliche Länge der Lineale an die Flächen des zu messenden Neigungswinkels anzubringen, wenn diese Flächen groß sind, oder nur ihre Enden, wenn die Flächen klein sind. In jedem dieser Fälle ist die Anzahl der Grade des Winkels auf dem Zirkel durch den, gegen den Mittelpunkt dieses Zirkels gehenden Rand fn des beweglichen Lineals, bezeichnet. Die Lineale müssen, wie schon oben bemerkt wurde, mit ihrem Durchschnitte senkrecht auf den Durchschnitt der beiden Flächen, deren Neigungswinkel gemessen werden soll, an-

gebracht sein. Oft findet sich der Krystall mit anderen Krystallen oder mit Ganggestein verwachsen, wo dann das Ende des Halbzirkels das genaue Anbringen der Lineale hindert. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, ist der Halbzirkel bei t in zwei durch Gewinde vereinigte Hälften getheilt. Man kann also, wenn es nöthig ist, den Theil st des Halbzirkels auf den andern umschlagen; und bringt ihn wieder an seinen Ort, wenn man die Lineale an den Krystall angebracht hat, um die Grade des gemessenen Winkels zu bemerken. Damit dieser bewegliche Theil des Halbzirkels fest sei, so wird er durch eine kleine am Mittelpunkt befestigte Stange von Stahl co unterstützt, welche sich in o unter dem Halbzirkel in einen Knopf einhakt. Will man diesen beweglichen Theil zurückschlagen, so hakt man diese kleine Stange los, und wendet sie gegen den festen Theil des Halbzirkels, in dem man sie um den Mittelpunkt dreht.

§. 28. Bei dem Goniometer mit unbefestigtem Halbzirkel (Fig. 2 und 3) ist das Verhältniß der Lineale dasselbe. Wenn man mit ihnen die Winkelöffnung genommen hat, so legt man sie auf den Halbzirkel, um die Grade zu bemerken. Man sieht aber ein, daß man durchaus überzeugt sein muß, den Mittelpunkt der Lineale auf den des Halbzirkels, und eines der Lineale auf dessen Diameter zu bringen. Eine eigne Einrichtung des Instruments giebt Mittel an die Hand, diese Genauigkeit zu erhalten, ohne viele unnöthige Versuche anstellen zu müssen. Man hat nehmlich im Mittelpunkt des Halbzirkels einen hervorspringenden Punkt c′, um diesen eine cylindrische Höhlung k′, und auf der Seite des Diameters eine kleine Fuge y′y″ angebracht. Ueberdieß ist die Axe k der Lineale cylindrisch und vorspringend, und hat in ihrer Mitte eine kleine runde Vertiefung c; auf einem der Lineale ist auch ein Vorsprung y.

Die Lineale sind hier von unten angesehen dargestellt, in der umgekehrten Lage nehmlich, welche sie auf dem, Fig. 3 dargestellten Halbzirkel liegend, einnehmen würden. Um sie also auf den Halbzirkel zu bringen, kehrt man sie um; den Vorsprung y bringt man in die Fuge y′ y″; den Cylinder k

in die cylindrische Höhlung k′, und den Vorsprung c′ in die kleine Vertiefung c. So ist man überzeugt, daß die beiden Mittelpunkte ganz zusammenfallen, und daß eins der Lineale dem Durchmesser entspricht.

Mit diesem Goniometer kann man, wenn man sich daran gewöhnt, die Neigungswinkel der Krystallflächen fast bis auf einen Viertelgrad messen. Um ein noch genaueres Resultat zu erhalten, hat man vorgeschlagen, sich eines größeren Halbzirkels, etwa doppelt so großen als die Figur, zu bedienen, und diesen von zehn zu zehn oder von fünf zu fünf Minuten zu theilen, vermittelst mehrerer concentrischer Kreise (in gehöriger Entfernung von einander), welche durch Radien, die die Grade bezeichnen, und durch Diagonalen geschnitten werden, welche zwischen den zwei äußersten Kreisen von einem Grade zum anderen gezogen sind, wie man dieß an anderen Instrumenten thut.

Die hieraus entstehenden Irrthümer kommen entweder daher, daß man die beiden Lineale nicht dicht auf die Flächen brachte, oder, daß man sie nicht senkrecht auf den Durchschnitt der zu messenden Flächen gesetzt hatte. Dieß erfordert große Sorgfalt und Aufmerksamkeit, und vorzüglich viele Uebung. Nur dann kann man so genaue Winkelmaaße, wie wir oben erwähnten, erhalten.

§. 29. Reflexions-Goniometer. Die Fig. 4. stellt einen ganzen in Grade getheilten und horizontal gestellten Kreis dar. Er ist mit einem beweglichen Lineal ab versehen. Im Mittelpunkt c dieses Lineals befestigt man (mit Wachs) den Krystall def, an welchem man die Neigungswinkel bestimmen will; z.B. den Winkel zwischen den Flächen ef und df. Man muß sich bemühen, den Krystall so zu stellen, daß der Durchschnitt fg der beiden geneigten Flächen vom Mittelpunkt der Umdrehung des Lineals wenig entfernt, und zugleich senkrecht sey. Das letztere ist durchaus nothwendig; man wird sogleich sehen, wie man dieß sicher bewerkstelligt.

Man wählt auf dem Felde einen hinlänglich entfernten und senkrechten Gegenstand, wie einen Thurm u. s. w. Mit dem befestigten Fernrohre beobachtet man nun nach und nach

das zurückgeworfene Bild dieses Gegenstandes von jeder der Flächen ef und df, indem man das Lineal drehet, und die Stellung des Krystalls so lange ändert, bis das zurückgeworfene Bild in einem jeden Falle senkrecht ist. Davon versichert man sich durch einen senkrechten Faden, der im Fernglase angebracht ist. Wenn man so das eine oder das andere Bild senkrecht erhalten, so ist man auch gewiß, daß beide Flächen, und folglich auch ihr Durchschnitt, senkrecht sind. Alsdann werden auch die beiden Flächen durch die Bewegung des Lineals denselben Winkel beschreiben.

Man braucht deshalb nur die Beobachtung des zurückgeworfenen Gegenstandes, auf jeder der beiden Flächen ef und df zu wiederholen, die Anzahl der Grade, die das Lineal zeigt, wenn das durch die Fläche ef zurückgeworfene Bild durch das Fernrohr, und zwar in dessen Mittelpunkte gesehen wird, sowie die Anzahl der durch das Linial dann angezeigten Grade zu bemerken, wenn dasselbe von der Fläche df zurückgeworfen, durch das Fernrohr gesehen wird. Die Differenz zwischen diesen beiden Zahlen ist nicht das Maaß des Winkels, sondern das seines Supplementes.

Denn wenn man annimmt, daß der Winkel efd (Fig. 5) die Lage des Neigungswinkels bezeichnet, welche er in der ersten Beobachtung bei dem auf der Fläche ef zurückgeworfenem Bilde gehabt hat, so wird diese Lage in der zweiten Beobachtung (wo das Bild von der Fläche df zurückgeworfen wird) e′fd′ seyn *).

Um die Kante in diese Stellung zu bringen, muß die Fläche fd nothwendig den Winkel dfd′, der das Supplement des gesuchten Winkels efd ist, durchlaufen haben. Verlangt

*) Dies ist streng genommen nicht richtig; denn wäre der Punkt f der Mittelpunkt der Drehung, so könnte man, wenn das Fernrohr befestigt ist, das zurückgeworfene Bild nicht nach und nach auf jeder der beiden Flächen sehen. Es muß deshalb der Mittelpunkt der Drehung zwischen f und e fallen. Man hat es hier aber, um die Messung des gesuchten Winkels zu verdeutlichen, so dargestellt, wie es die Figur zeigt.

man größere Genauigkeit, so muß man, wie gewöhnlich geschieht, mit dem Repetitionskreis, was wir hier nicht beschreiben wollen, die Messung des Winkels wiederholen.

§. 30. Der verstorbene Malus, der die Optik mit mehreren wichtigen Entdeckungen bereichert hat, bediente sich, wenn er, von glatten Flächen gebildete, Neigungswinkel durch Reflexion messen wollte, des gewöhnlichen Repetitionskreises.

Bei dieser Meßart durch Reflexion wählt man einen freien Platz, von dem aus man zwei senkrechte Gegenstände, p uud q (Fig. 6), bemerken kann, welche von dem Beobachtungsorte 1000 bis 1200 Meter entfernt und einander entgegengesetzt liegen; der Krystall wird in adb auf irgend eine Unterlage gestellt, wo man ihn mit Wachs befestigt, indem man der Durchschnittskante d der beiden Ebenen ad und bd, deren Neigungswinkel man messen will, eine senkrechte Stellung vermittelst der oben (§. 29) angezeigten Mittel giebt.

Der Repetitionskreis wird dann in m, ungefähr 2 bis 3 Decimeter vom Krystall entfernt, gebracht. Er muß horizontal seyn, und so, daß man mit dem Fernrohre das Bild des Gegenstandes p, wenn dieß von der ihm entgegengesetzten Krystallfläche zurückgeworfen wird, beobachten kann. Man mißt alsdann nach und nach den Winkel qmp und pme; dann verrückt man das Instrument ein wenig, um es in n zu stellen, mit denselben Vorsichtsmaßregeln wie zuerst, und beobachtet die Winkel qnp und qng.

Vermittelst des Maaßes dieser vier Winkel (was man öfters wiederholen kann) läßt sich der Werth des gesuchten Winkels adb finden.

Denn berücksichtigt man die kleine Entfernung der beiden Stellungen m und n des Instruments, und den großen Zwischenraum zwischen den beiden Gegenständen p und q, so kann man die beiden Winkel qmp und qnp als fast gleich groß betrachten; man kann daher die Hälfte ihrer Summe nehmen, und voraussetzen, daß alle Messungen vom Punkte m ausgemacht wären, was die 6te Figur in die 7te verwandelt, in welcher der Winkel qmp dieser halbe Werth der beiden Winkel qmg und pme seyn wird. Die beiden Winkel qmg und

pme (Fig. 7) werden alsdann auch fast gleich seyn den Winkeln qng und pme (Fig. 6).

Nach der relativen Stellung der Punkte p und m in Hinsicht auf den Krystall, werden die Linien pe und pm unter sich einen sehr kleinen Winkel machen; man kann ihn als Null betrachten, und die Linien pe und pm als parallel annehmen. Eben so kann man auf der anderen Seite den Parallelismus der Linien qg und qm voraussetzen.

Wenn man nun vom Punkte m aus, die Linien mr und mt parallel den Seiten des gesuchten Winkels adb zieht, so wird der Winkel tmr gleich adb. Oder, es ist der Gleichheit zwischen dem Zurückbeugungs- und Einfallswinkel eines Sehestrahls, und den Eigenschaften der Parallellinien gemäß, dieser Winkel tmr, nehmlich der gesuchte Winkel, gleich dem Winkel qmp weniger die Hälfte der Summe der beiden Winkel pme und qmg *).

---

*) Denn der Voraussetzungen gemäß hat man $pem = 180^\circ - pme$, und $pem = 180^\circ - (dem + ber)$; also $pme = dem + ber$, und da $dem = ber$ so ist $pme = 2dem$; aber $dem = emr$; folglich $pme = 2\,emr$; also der Winkel $rmp = \frac{1}{2}\,pme$.

Eben so kann man beweisen, daß auf der anderen Seite $tmq = \frac{1}{2}\,qmg$.

Die Summe der beiden Winkel rmp und tmq ist grade die Differenz zwischen dem großen beobachteten Winkel qmp und dem Winkel tmr, der dem gesuchten Winkel adb gleich ist; also $adb = qmp - (rmp + tmq)$, oder $adb = qmp - \frac{pme + qmg}{2}$.

Oder wenn man allgemein den zu bestimmenden Neigungswinkel des Krystalls X nennt und den großen, zwischen den, nach den beiden Gegenständen gehenden, Sehestrahlen beobachteten, Winkel A; wenn man den Winkel B nennt, welchen man von einer der Flächen des Winkels X beobachtete, zwischen dem Sehestrahl, der nach einem Gegenstande, und dem, der gegen sein zurückgeworfenes Bild gerichtet ist; denselben Winkel für den anderen Gegenstand C; so hat man $X = A - \frac{B + C}{2}$.

Allerdings bringen die gemachten Voraussetzungen Unrichtigkeiten in das Maaß des Winkels; Malus hat aber berechnet, daß, wenn man in der angegebenen Entfernung liegende Gegenstände wählt, das Maximum des Irrthums im Werthe des gesuchten Winkels nur ungefähr funfzehn Sekunden seyn kann.

Um die kleinen, aus der leichten Krümmung der Krystallflächen hervorgehenden Anomalien zu vermeiden, schwärzte Malus die beiden Flächen des zu messenden Neigungswinkels, indem er nur auf einer jeden einen sehr kleinen glänzenden Fleck ließ, und wiederholte mehrmals den Versuch auf anderen Punkten in verschiedenen Entfernungen von der Durchschnittskante. Die erhaltenen Resultate waren wirklich, aber äußerst wenig, von einander verschieden, und er nahm den mittleren Werth davon.

Man sieht ein, daß man von dieser Messungsmethode der Winkel durch Reflexion nur in besonderen Umständen, die man nicht immer in seiner Gewalt hat, Gebrauch machen kann; da man aber öfters einen Repetitionskreis zu anderem Gebrauche hat, so kann man sich dieser Methode, beim Mangel des folgenden Instrumentes, bedienen.

§. 31. Das Reflexionsgoniometer von Wollaston ist von weit allgemeinerem Gebrauch. Es ist Fig. 8 dargestellt. Es besteht aus einem ganzen Kreise, der auf seinem Rande in Grade getheilt ist, senkrecht steht, mit seiner beweglichen Axe ik, auf einer Unterlage mn ruhend, die auf einem horizontalen Fuße gh steht. Der Kreis ist mit einem Minutenweiser q versehen, welcher an der Unterlage mn befestigt ist. Die Axe ik ist hohl, und hat innerhalb eine zweite Axe tf. Jede von beiden kann sich drehen vermittelst der Griffe v und s, mit dem Unterschiede, daß der kleine Griff nur die innere Axe drehen kann, die große Axe und der Kreis bleiben ruhig, während durch den großen Griff v, zugleich die äußere Axe, der an ihr befestigte Kreis und die innere Axe bewegt werden.

Die innere Axe ist bis nach f verlängert, zuerst durch einen kreisrunden Arm fl, der getheilt ist, und sich in d be-

wegen kann. Sein Ende l ist hohl, und von einer runden Welle ep durchbohrt, die man vor- und zurückschieben, und zugleich vermittelst des Griffes u kreisförmig bewegen kann. Ihr Ende p ist zur Aufnahme einer kleinen Kupferplatte c gespalten.

Auf dieser Platte c, oder auf das Ende p der Welle ep, befestigt man mit Wachs den Krystall AB, dessen Neigungswinkel man messen will; und bloß um den Krystall willkührlich jede nöthige Stellung geben zu können, hat man alle die Bewegungen angebracht, die in der Verlängerung fe so eben beschrieben wurden.

Es versteht sich, daß man den Krystall so stellen muß, daß die Durchschnittskante der beiden Flächen, deren Neigung man messen will, der Axe der Drehung fast parallel sey. Dieser Parallelismus kann man genau durch Mittel, die wir sogleich beschreiben wollen, erhalten.

Um mit diesem Goniometer zu beobachten, muß man ihn auf eine horizontale Ebene stellen, und die Ebene des Kreises fast senkrecht auf die Fläche eines nahen Gebäudes richten, welches, wie dies gewöhnlich ist, mehrere parallele horizontale Linien, wie zum Beispiel die äußerste Linie des Daches und eine Linie des Balkons desselben Stockwerkes, zeigt. Dann dreht man den Krystall vermittelst des Griffes s so, daß man auf einer seiner Flächen A das zurückgeworfene Bild der höchsten dieser parallelen Linien bemerken kann; alsdann ändert man seine Stellung immer durch den Griff s so, daß das Auge zugleich diese zurückgeworfene Linie und die andere untere direkt gesehene Linie des Gebäudes zusammenfallen sieht. Ist das der Fall, so macht man dieselbe Operation mit der Fläche B ohne den Krystall zu berühren, indem man ihn bloß durch den Griff s dreht. Wenn auch hier das Zusammenfallen statt hat, so ist man überzeugt, daß der Durchschnitt der Flächen A und B der Axe der Drehung ganz parallel ist, und daß die Ebene des Kreises senkrecht auf die beiden parallelen gewählten Beobachtungslinien steht. Häufig glückt dieses nicht sogleich; die beiden Linien können nicht zum Zusammenfallen auf der zweiten Fläche B gebracht werden; man

sieht das Bild der zurückgeworfenen Linie die direkt gesehene Linie schneiden.

Um das Zusammenfallen zu bewirken, ändert man, entweder die Stellung des Krystalls auf seiner Unterlage, vermittelst verschiedener Bewegungen der Verlängerung fc, oder die Richtung der Kreisebene gegen das Gebäude. Nach einigem Probiren, worin man bald Fertigkeit erlangen kann, wird man die richtige Stellung finden, bei welcher ein völliges Zusammenfallen der zurückgeworfenen Linie und der (der ersteren parallelen) direkt gesehenen Linie, auf jeder der beiden Krystallflächen gleichmäßig statt findet Dies ist zur genauen Beobachtung wesentliche Bedingung.

Dann stellt man durch den Griff v den Kreis auf Null, und führt vermittelst des Griffes s eine der Flächen A so, daß das Auge das angezeigte Zusammenfallen bemerkt. Nun dreht man den Krystall und zugleich den Kreis vermittelst des Griffes v so, daß man das Zusammenfallen auf der anderen Fläche B bemerkt. Es ist klar, daß der Kreis, der sich auch (wie oben gesagt wurde) mit dem Griffe v drehet, die Anzahl der Grade der Drehung zeigen muß, welche der Krystall gemacht hat, damit die Fläche B dieselbe Stellung einnehme, welche die Fläche A hatte als der Kreis auf Null stand.

Nach dem oben (§. 29) Gesagtem ist diese Anzahl Grade nicht der gesuchte Neigungswinkel, sondern sein Nebenwinkel (Sieh Fig. 5). Auch läuft hier, um jede Rechnung zu vermeiden, die Eintheilung des Kreises, die hier zweimal 180° ist, der Umdrehung gerade entgegengesetzt. Wenn die Drehung in einem Viertel des halben Umfangs, in 45° nehmlich, bestand, so zeigt der Kreis 135° oder das Supplement.

Es versteht sich, daß man, um größere Genauigkeit zu erhalten, die Beobachtung mehrmals, wie mit dem gewöhnlichen Repetitionskreise, wiederholen müsse.

Um die Beobachtung bequemer zu machen, ist an der Unterlage eine Feder r angebracht, welche den Kreis an zwei Punkten, die zugleich Null und 180° zeigen, vermittelst zweier, im Innern des Kreises vorhandener, Vorsprünge aufhält.

Auf diese Weise kann man, wenn man an einen [illegible]nkte gekommen ist, den Kreis nur um 10° zum Beispiel drehen, wenn man ihn auf 170° führt, und nicht wenn man ihn dreht, 10° zu zeigen; wenn er 10° zeigen soll, muß man ihn eine Drehung von 170° machen lassen. So ist man gewiß, keinen Irthum zu begehen, und stets auf dem Instrumente, direkt; die Anzahl der Grade des gesuchten Winkels, oder das Supplement des Bogens der Drehung, bezeichnet zu haben.

Man kann indessen, im nöthigen Falle dem Kreise jede willkührliche Bewegung geben, wenn man die Feder hinwegnimmt.

§. 32. Dieses Goniometer hat den großen Vortheil, daß man damit sehr kleine Neigungswinkel messen kann, wenn man das Auge nahe an den Krystall bringt. Diese Bedingung der großen Nähe des Auges ist in jedem Falle sogar wesentlich, da das Auge nicht ruhig bleibt. Aber gerade die kleinen Krystalle sind es, die die bestimmtesten Winkel geben müssen, weil bei ihnen die Wirkung der leichten Krümmungen, die die Krystallflächen oft zeigen, fast unmerklich ist. Die große Nähe des Auges gestattet auch, das Winkelmessen durch Reflexion mit diesem Instrumente auf eine grössere Anzahl von Krystallen anwenden zu können, als mit den anderen vorhin beschriebenen Instrumenten, der schwächste Glanz einer Fläche läßt schon ein zurückgeworfenes Bild wahrnehmen.

Die verschiedenen Arten des Messens von Neigungswinkeln an Krystallen durch Reflexion müssen also, wie man sieht, genauere Resultate geben, als die gewöhnlichen Anlege-Winkelmesser, vorausgesetzt, daß man alle angegebenen Vorsichtsmaßregeln benützt habe; und man kann sich fast stets genau überzeugen, diese Vorsichtsmaßregeln gut beobachtet zu haben, während man bei den gewöhnlichen Goniometern nur durch das Augenmaß beurtheilen kann, daß die Platten ganz senkrecht auf dem Durchschnitte stehen. Dennoch kann man die Reflexions-Goniometer, auch das von Wollaston, nicht auf glanzlose Krystalle anwenden; und da

ihre Anwendung weit mehr Zeit als die der anderen Goniometer erfordert, so wendet man die letzteren noch immer an, wenn auch nur, um schon vorher bestimmte Winkel schnell wieder zu erkennen; die Messung durch Reflexion muß vorgezogen werden, wenn man das Krystallsystem einer noch nicht hinlänglich bekannten Substanz bestimmen will.

Dritter Abschnitt.

Von den Hauptgestalten der Krystalle.

§. 33. Wir verstehen hier unter Hauptgestalt (forme dominante) eines Krystalls, den einfachen geometrischen Körper, auf den man den Krystall zurückführen kann, wenn man zuerst nur die Summe seiner ausgedehnteren Flächen berücksichtigt, und von den kleineren, diese modificirenden Flächen, welche wir Modifikationen der Hauptgestalt nennen wollen, auf einen Augenblick absieht. Wir wollen also in diesem Abschnitte alle Hauptgestalten, auf welche man die bis jetzt bekannten Krystalle zurückführen kann, beschreiben.

Ohne Zweifel ist diese Art, die Krystalle durch ihre Hauptgestalten zu beschreiben, ganz künstlich; aber sie scheint uns die einfachste von den anwendbaren Methoden. Wenn man auf einmal alle, einen Krystall begränzenden Flächen beschreiben wollte, so würde man fast immer schwer verstanden werden. Man wird überdieß sehen, daß diese Methode uns auf Resultate führt, welche die symmetrischen Gesetze, denen die Natur bei der Vertheilung der Krystallflächen gefolgt zu seyn scheint, sehr gut zeigen. (Siehe den 5ten Abschnitt, §. 70 u. s. w.)

Aus dieser Art die Krystalle zu betrachten, wenn man nur ihre größeren Flächen berücksichtigt, folgt, daß derselbe Körper von denselben Flächen, in gleicher Zahl und gleicher relativen Lage, gebildet, sich in verschiedenen Handstücken auf zwei verschiedene Hauptgestalten bezogen finden kann, je nach-

dem diese oder jene Flächen sich mehr ausgedehnt haben; sie kann also auf doppelte Beschreibung einer und derselben Gestalt führen *).

Nichts desto weniger halten wir es für sehr nützlich, ja für unerläßlich, diese Methode der Krystallbeschreibung nach ihren Hauptgestalten anzunehmen. Erstlich, weil es weit natürlicher und deutlicher ist, mit der Angabe des geometrischen Körpers, dessen Gestalt im Krystall vor zu herrschen scheint, oder dem der Krystall, im Ganzen betrachtet, am meisten gleicht, den Anfang zu machen; und weil überdieß die relativen Verhältnisse der verschiedenen Flächen, obgleich sie zuweilen variiren, nicht das Resultat des Zufalls zu seyn scheinen; und es also wichtig ist, sie wenigstens annähernd zu bestimmen.

So ist das eben erwähnte Beispiel von einer regelmäßigen Gestalt (siehe §. 18) hergenommen, in der That mehreren Mineralien eigenthümlich; aber nicht in allen finden sich die beiden Extreme. Der Eisenkies krystallisirt in Würfeln mit abgestumpften Ecken, und niemals, oder fast niemals in Oktaedern mit abgestumpften Ecken; das Gegentheil findet beim Roth-Kupfererz statt. Und was endlich jede Schwierigkeit hebt, ist, daß diese doppelten Beschreibungen eines, aus denselben Flächen in gleicher Zahl und Lage, zusammengesetzten Körpers, welche überdieß selten sind, stets auf eine von beiden zurückgebracht werden können, indem man ihre Verbindung untereinander, oder vielmehr

*) So würde der in Fig. 77 dargestellte Krystall z. B. auf den Würfel zurückgeführt werden; wenn man, um die kleinen dreieckigen Flächen o, o, ..., die auf seinen Ecken sind, zu bezeichnen, nach den von uns im vierten Abschnitte anzunehmenden Ausdrücken hinzufügte, daß er an jeder seiner acht Ecken abgestumpft sey. Wenn aber in einem anderen Krystall diese Flächen o, o, ... größer als die Flächen c, c, ... des Würfels sind, so hat der Krystall die Fig. 73 dargestellte Gestalt, welche auf das regelmäßige Oktaeder zurückgeführt werden kann, indem man eben so hinzufügt, an jeder der sechs Ecken abstumpft.

mit einer einzigen Grundgestalt (forme primitive) nach Haüy's Theorie (wie man im siebenten Abschnitt sehen wird) wahrnimmt. Folglich ist die doppelte Anwendung nur augenblicklich.

Es giebt einige sehr zusammengesetzte Krystalle, wie z. B. der in Fig. 85 dargestellte, bey denen man im ersten Augenblick in Verlegenheit über ihre Hauptgestalt seyn kann, weil es, da ihre Flächen sonst gleich sind, schwierig scheint, die Gestalt zu finden, welche man am zweckmäßigsten als ihre Hauptgestalt aufstellen möchte. In diesen überdieß sehr seltenen Fällen hat man immer Mittel, sich durch mehrere aus anderen Krystallen desselben Minerals, gezogene Analogien leiten zu lassen.

§. 34. Die Hauptgestalten der Krystalle können zuerst im Allgemeinen auf neun geometrische Haupt-Polyeder zurückgeführt werden, als: das Tetraeder, das Parallelepipedum, das Oktaeder, das sechsseitige Prisma, das Rautendodekaeder, das Pentagonaldodekaeder, das Triangulärdodekaeder, das Triangulärikosaeder, und das Trapezoeder.

Wir wollen nun diese Gestalten beschreiben, und die Veränderungen, welche manche erleiden können, angeben. Geometrisch betrachtet würden diese Veränderungen sowohl von ihren Winkeln als von ihren Richtungen des Ausgedehntseyns abhängen; aber man weiß, daß bei den Krystallen diese Richtungen des Ausgedehntseyns durchaus nichts Bestimmtes haben. Zwei Krystalle von einer Substanz, aus derselben Zahl von Ebenen, mit relativ gleicher Lage, zusammengesetzt, können sehr in Hinsicht auf Länge, Breite u. s. w. von einander verschieden seyn. Ein sechsseitiges Prisma des Smaragds kann sehr in die Länge gezogen, ein anderes sehr kurz seyn u. s. w. Die Länge, Breite u. s. w. der Hauptgestalten der Krystalle können uns also nicht zu ihrer Bestimmung dienen, und wir können zu diesem Zwecke nur ihre Winkel berücksichtigen, welche, wie wir gesehen haben, (§. 5) constant sind.

Da uns alle Winkel aber, trotz ihrer Beständigkeit, nur

annähernd durch unsere Goniometer bekannt sind, so können wir weit weniger auf ihren absoluten Werth diese Unterscheidungen der verschiedeuen Abänderungen einer Form gründen, als auf die Identitäten oder Verschiedenheiten, die man zwischen den verschiedenen Winkeln eines Krystalls wahrnimmt.

Außer den Winkeln können wir an den Krystallen noch ihre Durchgänge bestimmen, und folglich die relative Lage der verschiedenen Flächen in Hinsicht auf die verschiedenen Durchgangsebenen. Wir können also auch diese Beobachtungen zur Bestimmung der Hauptgestalten zu Hülfe nehmen; sie werden uns zur Annahme von identischen oder verschiedenartigen Flächen in einem Krystallsysteme leiten, je nachdem dieselben in Hinsicht auf die Durchgangsebenen ähnlich oder verschieden gelagert sind. So werden wir, wenn zwei Seitenflächen derselben Hauptgestalt in einem Parallelepipedum in Hinsicht auf die Durchgänge gleich liegen (wie, z. B., wenn jede von ihnen einer gleich deutlichen Durchgangsebene parallel ist), schließen, daß diese beiden Flächen in dem Krystallsystem identisch sind, oder daß sie, so zu sagen, einerlei Rolle spielen; und wir werden, um diese Identität auszudrücken, das Prisma durch eine analoge geometrische Bezeichnung unterscheiden, indem wir sagen, daß seine Basis gleichseitig (isocèle) ist. Im entgegengesetzten Falle, wenn nämlich zwei Flächen eines Prismas nicht gleich in Hinsicht auf die Durchgangsebenen liegen, oder wenn sie Durchgängen von verschiedener Deutlichkeit entsprechen, so sagen wir, das Prisma hat eine längliche Basis (à base oblongue). Eben diese Beobachtung der Durchgänge wird uns dazu dienen, die Identitäten, welche uns das Goniometer zwischen manchen Winkeln gezeigt hat, zu bestätigen. So muß man, um einen parallelepideen Krystall für ein Rhomboeder erklären zu können (siehe weiter unten §§. 42 und 43), beobachtet haben, daß drei, sich zu einer dreiflächigen Ecke vereinigende Ebenen, unter sich gleiche Winkel bilden. Wir werden diese Gleichheit aber nur dann zugeben, wenn sie sich durch Identität der Lage der Durchgänge in Hinsicht auf jede Fläche bestätigt

findet, wie z. B., wenn einer jeden von ihnen ein gleich deutlicher Durchgang parallel ist.

Da indessen Ungewißheit in der Bestimmung der gleichen oder verschiedenen Deutlichkeit der Durchgänge statt finden kann, so ist es noch nothwendig, daß Resultate dieser Art, bestätigt werden, durch ganz ähnliche Verhältnisse in der symmetrischen Vertheilung der Modifikationen der Hauptgestalten, nach Grundsätzen, welche im 5ten Abschnitt auseinandergesetzt werden sollen. Dieß ist um so mehr nöthig, da es Krystalle giebt, an denen, wie man gesehen hat (§. 9), die Durchgänge sehr unbestimmt und zuweilen gar nicht vorhanden sind.

Die Unterscheidung also, welche wir zwischen mehreren interessanten Abänderungen der meisten von den neun Hauptgestalten machen werden, wird sich jedesmal zugleich auf Beobachtung der Winkel und der Durchgänge, und auf die symmetrische Vertheilung der Modifikationen gründen. Am Ende dieses Abschnittes wollen wir dann eine Uebersicht von allen Abänderungen der Hauptgestalten, die wir anzunehmen genöthigt seyn werden, geben.

Die geometrischen Ausdrücke, die wir zur Bezeichnung dieser Abänderungen wählen werden, verbinden mit sich wenigstens allgemeine Ideen über die Verhältnisse zwischen den Dimensionen, obgleich diese Dimensionen uns unbekannt sind; so haben wir oben gesagt, vierseitiges Prisma, gleichseitiges, oder mit länglicher Basis. Diese Benennungen aber müssen nicht so im absoluten Sinne genommen werden; es sind eigentlich nur Vergleichungen, die man zwischen einen Krystall und einem bestimmten geometrischen Körper, welchen man als dessen Typus betrachten kann, anstellt, um ganz kurz eine deutliche Vorstellung von der ganzen Symmetrie des Krystallbaues zu geben. Man wird aus allem, in diesem und dem 5ten Abschnitte Folgendem, sehen, wie nützlich dergleichen Ausdrücke sind *).

---

*) Man wird eine große Aehnlichkeit finden zwischen den Grundprincipien, auf welche wir diese Hauptgestalten der Krystalle gründen, und denen, nach welchen Haüy die Verhältnisse

§. 35. Tetraeder. So nennt man im Allgemeinen einen, durch die Vereinigung von vier dreieckigen Ebenen gebildeten Körper. Mann kennt unter den Hauptgestalten der Krystalle nur eine Gestalt der Art; dieß ist das regelmäßige Tetraeder der Geometrie, wo alle Flächen gegen einander unter Winkeln von 70° 31′ 41″ geneigt sind, und das folglich aus 4 gleichseitigen Dreiecken zusammengesetzt ist. Es ist Fig. 9 in senkrechter und horizontaler Lage dargestellt. Diese Hauptgestalt kömmt den Krystallen des Fahlerzes und manchen der Zinkblende zu. In diesem letzteren finden sich zwölf gleich deutliche Durchgänge, je zwei und zwei parallel, welche zu dreien auf jeder Ecke sich befinden (wie man es Fig. 69 sieht), und mit jeder der angränzenden Fläche des Tetraeders einen gleichen Winkel bilden, eine Ueberstimmung, welche die Identität der vier Ecken bestatigt. Im Fahlerze ist gar kein wahrnehmbarer Durchgang; aber in den Tetraedern dieser Substanz bestätiget die Vertheilung der Modifikationen durchaus die vollkommene Regelmäßigkeit, die wir dieser Gestalt zugetheilt, und folglich auch die genauen Neigungswinkel, die wir angezeigt haben.

Aus der bloßen Definition des regelmäßigen Tetraeders geht hervor, daß alle seine Flächen von einem Punkte inner-

---

der Dimensionen der Grundgestalt bestimmt, welche er bei jeder Mineralgattung annimmt, und aus welcher er alle andern Gestalten derselben Gattung ableitet. Wirklich ist auch die Grundgestalt eines Minerals entweder eine seiner Hauptgestalten, oder eine andere Gestalt, welche das Resultat gewisser Modifikationen der existirenden Hauptgestalten jenes Minerals u. s. w., seyn kann, nach dem gewöhnlichen Ebenmaaße, welches man bei diesen Modifikationen beobachtet, wie man das im 7ten Abschnitte sehen wird. Wir hielten es für nützlicher, so zuerst die Elemente der verschiedenen Krystallformen bloß nach der Beobachtung in der Natur, und abgesehen von aller theoretischen Betrachtung zu bestimmen. Diese Beschreibung der Hauptgestalten, und die Entwickelung der in ihren Modifikationen beobachteten Symmetrie im 5ten Abschnitt können als Einleitung zur Darstellung der Theorie Haüy's dienen, und schienen uns das Verstehen derselben zu erleichtern.

halb, den man als Mittelpunkt des Körpers betrachten kann, gleichweit entfernt sind, und daß eben dieß von allen seinen Kanten und Ecken gilt.

§. 36. Parallelepipeda. Man versteht in der Geometrie unter diesem Worte einen Körper, der von sechs, je zwei einander parallelen Flächen, die Parallelogramme sind, begränzt wird; oder ein vierseitiges Prisma, das zur Basis Parallelogramme hat. Diese letzte Bezeichnung setzt voraus, daß man zwei der Flächen als Basen angenommen hat. In einem Parallelepipedum kann man, geometrisch betrachtet, ohne Unterschied und willkührlich zwei Flächen als Basen annehmen; nicht so ist es mit den Krystallen, deren Hauptgestalt auf ein Parallelepipedum zurückgeführt werden kann, ausgenommen in zwei sehr merkwürdigen Fällen, welche wir kennen lehren werden (der Würfel §. 37, 1, und das Rhomboeder §. 42 u. 43), und die sehr häufig sind. Die Modifikationen, welche die Hauptgestalten dieser Art erleiden, sind entweder alle oder gruppenweise auf gleiche Art gelagert in Hinsicht auf eine, durch den Mittelpunkt zweier entgegengesetzter Flächen gehende und den, durch die vier anderen Flächen gebildeten, Kanten, parallele Linie. Diese Linie muß daher als Axe des Prismas betrachtet werden, diese vier Flächen als die Seitenflächen, und die beiden ersteren als die Basen.

Es ist daher hier die Benennung vierseitiges Prisma passender als Parallelepipedum; zur größeren Genauigkeit sollten wir noch hinzufügen, mit parallelogrammer Basis. Da aber, wie wir oben (§. 2) gesehen haben, die Krystalle im Allgemeinen je zwei Flächen parallel haben, und die daselbst erwähnten Ausnahmen niemals bei den Krystallen mit vierseitigem Prisma statt haben, so werden wir, wenn wir von diesen Prismen sprechen, dieß Verhältniß der Basis nicht erwähnen und bloß vierseitige Prismen sagen.

Sehr häufig sind die Basen nicht sichtbar, indem sie ganz durch kleinere, die Gestalt modificirende Flächen, ersetzt sind. Da aber die vier Seitenflächen schon zur Bestimmung einer

vierseitigen Säule hinreichen, so werden wir dergleichen Krystalle auch als solche betrachten.

Die Figuren 10 bis 18 stellen verschiedene Krystalle in vierseitigen Säulen dar. Diese Art von Hauptgestalten zeigt mehrere Abänderungen, deren Bestimmung sehr wichtig ist.

Zuerst sind diese Prismen verschieden, je nachdem die Neigungswinkel an den Seitenkanten entweder alle gleich, folglich 90° sind (rechtwinkliges vierseitiges Prisma, oder rechtwinklige Säule Fig. 10, 11, 12): oder ungleich und von zweierlei Art, die einen spitz, die anderen, als Supplement der ersteren, stumpf, (schiefwinkliges vierseitiges Prisma, Fig. 13, 14, 16. 17 u. 18).

Dann kann in jedem dieser vierseitigen Prismen die Basis senkrecht auf die Axe und folglich auch auf die Kanten seyn (grades rechtwinkliges Prisma Fig. 13), oder sie kann gegen die Axe und die Kanten geneigt seyn (schiefes rechtwinkliches Prisma, schiefes schiefwinkliches Prisma, Fig. 14, 15, 16, 17 u. 18).

Wenn die Basen an dem beobachteten Krystalle, wie das schon oben erwähnt wurde, nicht existiren, so kann man nicht immer sogleich diese letzteren von der Lage der Basis abhängenden Bedingungen bestimmen; aber die Beobachtung der Modifikationen hilft schon, sie der Analogie gemäß auszumitteln. Was wir indessen von den schiefen Prismen sagen werden, wollen wir soviel als möglich nur auf solche anwenden, deren Basis sichtbar ist.

§. 37. An dem graden rechtwinklichen Prisma sind alle Neigungswinkel 90°. Man möchte daher glauben, daß diese Prismen durchaus alle von einerlei Art seyn müßten; wenn man aber die Durchgänge beobachtet, so wird man drei verschiedene Fälle wahrnehmen. Um diese zu unterscheiden, muß man die Lage dreier Flächen (zweier Seitenflächen und einer Basis) im Verhältniß zu verschiedenen Ebenen der Durchgänge prüfen. Zur größeren Einfachheit wollen wir annehmen, daß deren drey, die den drei Flächen parallel sind, vorhanden seyen; der Gang der Entwickelung würde derselbe

seyn, wenn die Zahl der Durchgänge und ihre Lage verschieden wäre *).

Erstens. Wenn die drei Richtungen des Durchgangs alle gleich deutlich und bestimmt sind, wie im Bleiglanz, so steht natürlich jede der drei Flächen des Prismas mit dem ihn entsprechenden Durchgang in gleichem Verhältniß; alle sind also identisch am Krystalle; alle kann man daher als gleich weit von einem Mittelpunkt entfernt betrachten; wie in dem regelmäßigen Körper, den die Mathematiker Würfel nennen. In diesem Falle muß also das vierseitige Prisma Würfel genannt werden (Fig. 10).

Was die Axe des Würfels betrifft (siehe §. 3), so hat er deren vier, welches die, die gegenüberstehenden Ecken verbindenden Linien sind, wie as, en, u. s. w. (Fig. 10). Man hat keinen Grund, die eine eher als die andere zu wählen.

Zweitens. Wenn zwei Durchgänge gleich deutlich und bestimmt sind, der dritte mehr oder weniger bestimmt als die die ersteren oder gar nicht vorhanden ist, wie im Idokras, so sind die beiden Durchgänge und folglich die vier ihnen entsprechenden Flächen identisch, und in Rücksicht auf eine die Mittelpunkte der beiden anderen verbindende Linie gleich gelagert; diese Linie muß also als Axe betrachtet werden, und alsdann muß man, um die Identität der Lage der Seitenflächen in Rücksicht auf diese Axe zu bezeichnen, die Basis, die

---

*) Um dieß zu beweisen, kann man als Beyspiel Krystalle, deren Hauptgestalt ein Würfel ist, annehmen. Der würfliche Bleiglanz zeigt einen gleich deutlichen und parallelen Durchgang mit allen seinen Flächen. Nicht so ist es mit dem würflichen Flußspath; sondern man bemerkt hier vier gleich deutliche Durchgänge, die solchen Flächen parallel sind, welche durch drei Diagonalen, dreier an einer Ecke liegender Flächen gehen, und also diese Ecke abstumpfen. Die dreieckigen kleineren Flächen auf den Ecken des Würfels (Fig. 77) stellen diese Durchgangsebenen dar. Jede Fläche also ist an ihren Winkeln von vier gleich deutlichen und gegen sie gleich geneigten Durchgängen umgeben. Alle haben daher in Hinsicht auf die Durchgänge eine identische Lage, der Körper kann also als Würfel dargestellt werden.

andere Fläche nämlich, als Quadrat betrachten. Der Körper kann also bezeichnet werden mit dem Namen grades rechtwinkliches Prisma mit quadratischer Basis, oder gerade quadratische Säule (Fig. 11).

Wenn zwei der Axe parallele Durchgänge, den Flächen nicht parallel wären, so müßte, um den Krystall dennoch auf ein gerades Prisma mit quadratischer Basis zurückführen zu können, jede Seitenfläche gleich liegen in Rücksicht auf zwei seitliche Durchgangsebenen, und diese müßten folglich auf einander senkrecht seyn.

Drittens. Wenn die drei Richtungen der Durchgänge, welche den Flächen parallel angenommen werden, in ihrer Deutlichkeit verschieden sind, wie im Peridot (Chrysolith), dann kann jede der drei Flächen des Prismas, in Hinsicht auf den entsprechenden Durchgang, als verschieden von der anderen betrachtet werden; was man sehr gut ausdrückt, indem man das Prisma betrachtet als ein gerades rechtwinkliches Prisma mit rektangulärer Basis, oder gerade rektanguläre Säule (Fig. 12).

Man muß auch die Gestalt zu diesem Prisma rechnen, wo zwei Richtungen des Durchgangs, die der Axe parallel, den Flächen nicht parallel sind, wenn sie nicht auf einander senkrecht sind.

Es versteht sich, daß diese Benennungen mit quadratischer und mit rektangulärer Basis nicht so absolut zu nehmen sind, und daß sie hier nur gewählt sind, um kurz die Verhältnisse anzuzeigen, welche zwischen den verschiedenen Flächen und den Durchgängen, und eben so zwischen sich selbst und den verschiedenen Modifikationen statt finden, welche letztere, wie man sehen wird, stets diese geometrische Idee der Hauptgestalt durch ähnliche symmetrische Vertheilung bestätigen. (Siehe das Ende §. 34.)

Wenn man aber sagt, daß eine Basis ein Rektangulum, d. h. ein längliches rechtwinkliches Vierck (oder mit ungleichen Seiten) sey, so muß noch bestimmt werden, welches die längere Seite ist. Hierüber können wir wahrscheinliche Vermuthungen haben. Im Allgemeinen wird die, dem deut-

lichsten Durchgange entsprechende Fläche, als die kleinere, die dem undeutlichsten Durchgange entsprechende als die größere betrachtet, weil sich wohl vermuthen läßt, daß eine größere Fläche fester anhängt als eine kleinere *).

Wenn die der Axe parallelen Durchgänge, gegen die Seitenflächen geneigt und nicht mit einander senkrecht sind, so wird die, dem stumpfen Winkel, den die Durchgange unter einander bilden, entsprechende Fläche als größer betrachtet, als die dem spitzen Winkel entsprechende.

Man sieht, daß diese Bestimmungen der verschiedenen Varietäten der geraden rechtwinklichen Prismen ganz sich auf die Beobachtung der Durchgänge und deren Verhältnisse zu den Flächen des Prismas gründen; auch muß man, wenn man diese nicht hat hinlänglich beobachten können, den Krystall im Allgemeinen als ein gerades rechtwinkliches Prisma, sich auf das Resultat der Winkelmessungen stützend, beschreiben.

§. 38. Wenn man an den geraden schiefwinklichen Prismen die Durchgänge, welche wir auch hier parallel den Flachen annehmen, wie im vorigen §. beobachten will, so sind die Unterscheidungen nicht so zahlreich. Zuerst ist die, auf die beiden anderen, senkrechte Fläche, die einzige ihrer Art, und muß als Base des Prismas betrachtet werden; und wirklich liegt sie in Hinsicht auf eine jede Durchgangsebene verschieden von den anderen Flächen. Es sind daher nur zwei Falle möglich; der, wo die beiden Seitenflächen (die, welche nicht auf einander senkrecht sind) identische, und der, wo sie verschiedene Durchgänge zeigen. Im ersten Falle kann man den Körper als ein gerades schiefwinkliches Prisma mit gleichseitiger Basis (gerade rhombische Säule); im letzteren Falle, der selten ist und dem

*) Im 7ten Abschnitt (§. 111) wird man sehen, daß es Haüy durch seine Theorie gelungen ist, die relativen Werthe der Dimensionen seiner Grundgestalten annähernd zu bestimmen, und folglich auch die, des geraden Prismas mit rektangulärer Basis, von dem hier die Rede ist.

Epidot zusteht, ihn als ein gerades schiefwinkliches Prisma mit länglicher Basis (gerade rhomboidische Säule), betrachten.

Man muß hier die, am Ende des vorigen §. über die Bezeichnung der Verhältnisse, zwischen den Dimensionen der Base, gemachte, Bemerkung ebenfalls anwenden.

§. 39. Das schiefe rechtwinkliche Prisma unterscheidet sich von dem geraden rechtwinkligen und das schiefe schiefwinkliche Prisma von dem geraden schiefwinklichen nur darin, daß die Basis keinen rechten Winkel mit der Axe macht. Wir wollen sie hier unter dem gemeinschaftlichen Namen schiefes vierseitiges Prisma betrachten.

Die schiefe Basis eines Prismas kann, welches auch ihre Neigung seyn mag, verschiedene Lagen im Prisma haben, die, da sie, wie man in der Folge sehen wird, dem Prisma verschiedene symmetrische Eigenthümlichkeiten ertheilen, nothwendig angegeben werden müssen.

Um über die verschiedenen Lagen einer schiefen Basis besser urtheilen zu können, ist durch die Mitte jedes Prismas in den Fig. 14, 15, 16, 17 u. 18 eine Ebene xyvz gelegt, welche ein auf die Kanten oder die Axe senkrechter Durchschnitt ist. Die horizontale Projektion unter der Figur stellt diese Ebene nach ihrer wahren Form dar. Man sieht, daß die Verhältnisse der Länge zwischen den oberen Theilen ax, ez, iy, ov, der Seitenkanten über der horizontalen Ebene xyvz zur Erkennung der verschiedenen Lagen der Base, die wir anmerken werden, dienen können.

Betrachtet man diese schiefe Lage der Basis geometrisch und im Allgemeinen, so bietet sie viele Verschiedenheiten dar; wir wollen uns auf die an den Krystallen beobachteten einschränken, welche sich auf drei belaufen, woran wir noch einen vierten Fall reihen wollen, welcher zur Entstehung eines Körpers von sehr verschiedener Art, der allein betrachtet zu werden verdient, Veranlassung giebt.

Erstens. Die schiefe Basis kann so gelagert seyn, daß sie mit keiner der Seitenflächen einen Winkel

bildet, der dem gleich ist, welchen sie mit der Axe macht, und daß die von ihr mit je zwei aneinandergränzenden Flächen gebildeten Winkel ungleich sind.

Diese Art des schiefen Prismas ist in Fig. 14 dargestellt, die vertikale Projektion ist ganz gerade, so daß der transversale Durchschnitt xyvz nur durch eine Linie dargestellt ist. Man sieht ein, daß in diesem Falle die oberen Theile der vier Seitenkanten des Prismas über der Ebene xyvz alle ungleich sind, wie das auch hier der Fall seyn muß.

Diese Hauptgestalt kömmt dem Kupfervitriol und dem dem Axinit zu. Man kann sie mit dem Namen vierseitiges Prisma, mit schiefer unsymmetrischer Basis (schiefe rhomboidische Säule), bezeichnen.

§. 40. Zweitens. Die Lage der Basis kann so seyn, daß sie mit zwei parallelen gegenüberstehenden Seitenflächen, aerm und iosn (Fig. 15) zwei Winkel, einen stumpfen und einen spitzen, bildet, welche den, von ihr mit der Axe, oder, was dasselbe ist, mit den Seiten gebildeten gleich sind. Man erkennt diese Lage in der Figur an der Gleichheit der oberen Theile je zweier neben einander liegender Kanten, ax = ez, ig = ov. In dem besonderen Falle, den die Figur zeigt, und der im Feldspath statt hat, ist der Durchschnitt des Prismas xyvz rektangulär; alsdann sind die Fläche erso und die ihr parallele auf die Basis senkrecht, was nicht der Fall seyn würde, wenn der Durchschnitt nicht rektangulär wäre. Diese Gestalt wollen wir benennen, vierseitiges Prisma, mit schiefer, auf einer Seitenfläche ruhender Basis (schiefe rektanguläre Säule) *).

*) Wir haben diesen Ausdruck ruhend auf einer Seitenfläche gewählt, weil die Basis mit dieser Seitenfläche wirklich in dem Verhältnisse eines Dachs zur Mauer, auf die es sich stützt, oder auf der es ruht, steht. Diese Vergleichung schien uns genauer als jede andere gleich abgekürzte Bezeichnung. Wohl möchte dieser Ausdruck nicht gebilligt werden; da aber die Geometrie für Bezeichnung dieser Lage keinen

§. 41. Drittens. Zuletzt nun kann die schiefe Basis eines vierseitigen Prismas so liegen, daß sie mit je zwei an einander gränzenden Flächen einen gleichen Winkel bildet, wie aemr und eors (Fig. 16). Die Figur stellt ein gleichseitiges vierseitiges Prisma dar, wie dieß gewöhnlich der Fall ist; man erkennt diese Lage der Basis durch die Gleichheit der Theile ax und ov, der beiden entgegengesetzten Kanten über dem senkrechten Durchschnitt xyvz.

In diesem Falle ist die Neigung der Basis auf die Axe im Allgemeinen gleich dem Winkel, den die Kante er mit der Linie ei bildet, welche den Winkel e der Basis in zwei gleiche Theile theilen würde, oder gleich dem Winkel den die Grundfläche mit einer Ebene amso, welche die Ecke x des Prismas in zwei gleiche Theile theilen würde, macht; oder endlich, was dasselbe ist, gleich dem Winkel der Basis mit einer auf der Kante er angebrachten Ebene, welche mit jeder der anliegenden Seitenflächen einen gleichen Winkel bildet (tangentale Ebene auf dieser Kante; siehe §. 66).

In diesem besonderen durch die Figur dargestelltem Fall, der dem Augit zukömmt, ist, da das Prisma gleichseitig ist, die Ebene amso eine Diagonalebene des Prismas, und die Linie ei eine Diagonale der Basis.

Wir wollen diese Hauptgestalt, vierseitiges Prisma mit schiefer, auf einer Kante ruhender Basis (schiefe rhombische Säule), nennen. Wenn das Prisma schiefwinklich ist, wie dieß in der Figur statt hat, so muß bemerkt werden, ob die Basis auf einer stumpfen oder scharfen Seitenkante ruht.

§. 42. Aber diese Lage einer schiefen auf einer Kante ruhenden Basis giebt zu einem sehr interessanten Fall, von dem wir jetzt sprechen wollen, Anlaß.

---

bestimmten Ausdruck hat, so glaubten wir, uns dieses Wortes einstweilen bedienen zu können, da weder wir selbst, noch andere von uns deßhalb zu Rathe gezogene Personen einen besseren angeben konnten, wenn wir nicht eine Umschreibung gebrauchen wollten.

Es ist klar, daß diese gleichen Winkel der Basis mit zwei an einander liegenden Seitenflächen durchaus mit dem Winkel, den die Basis mit der Axe bildet, in constantem trigonometrischem Verhältniß stehen; sie können folglich auch, wie dieser Winkel, ins Unendliche variiren. So kann es denn auch kommen, daß diese beiden gleichen Winkel der Basis mit zwei an einander gränzenden Seitenflächen dem Winkel gleich sind, den eben diese beiden Flächen unter sich bilden; und diese Gränze, die in den Fig. 17 u. 18 dargestellt ist, wo die schiefe Basis auf der Kante am ruht, giebt dem Körper, wie man sehen wird, ausgezeichnete symmetrische Eigenschaften, welche Veranlassung geben, ihn nicht mehr als ein Prisma, sondern als einen Körper anderer Art, den man Rhomboeder nennt, zu betrachten.

Daraus folgt nämlich, daß in jeder der beiden Figuren die Ecke a und die ihr entgegengesetzte s aus drei gleichen Neigungswinkeln, oder, was dasselbe ist, aus drei gleichen ebenen Winkeln, die in der Fig. 17 stumpf, in Fig. 18 spitz sind, zusammengesetzt sind; während alle anderen Ecken in Fig. 17 aus zwei spitzen und einem stumpfen (welcher Nebenwinkel eines jeden der beiden ersteren ist) und in Fig. 18 aus zwei stumpfen und einem spitzen Winkel, gebildet sind.

So ist also das System des Körpers weit symmetrischer geworden. In einem vierseitigen Prisma sind im Allgemeinen die vier Seitenflächen eigentlich gleich gelagert in Hinsicht auf die Axe des Prismas; die Basen aber sind in ihrer Lage zur Axe gar nicht bestimmt, welche ganz veränderlich, und von der der Seitenflächen unabhängig ist. In dem Prisma aber, wovon wir so eben sprechen, sind, in Folge der dabei festgesetzten Bedingungen, alle Flächen mit Inbegriff der Basen ganz gleich gelagert in Hinsicht auf eine, die beiden gleichen entgegengesetzten Ecken a und s verbindenden Linie; diese Linie as kann man hier zweckmäßiger als Axe des Krystalls betrachten, und es ist paßlicher, den Körper nicht mehr als ein Prisma, was dessen Wesen nicht genug bezeichnen würde, sondern als einen bipyramidalen Körper zu betrachten.

Diesen Körper nun nennt man Rhomboeder *), und stellt ihn besser dar, wenn man seine Axe senkrecht setzt, wie in den Figuren 19 und 20, welche die nämlichen Körper sind als die Figuren 17 und 18.

Wir hielten es für nützlicher den Anfang zu machen mit der Auseinandersetzung, wie dieser Körper aus dem vierseitigen Prisma durch eine eigene Lage der Basis entstehen könne, um ihn sodann einer bekannteren Gestalt, von der er eigentlich nur eine Abänderung ist, anzureihen; jetzt aber wollen wir eine einfachere geometrische, und zugleich zur Darstellung der ihn auszeichnenden symmetrischen Eigenthümlichkeiten, geeignetere Definition von ihm geben.

§. 43. Wenn man sich ein gleichseitiges horizontales Dreieck in seinem Mittelpunkte von einer senkrechten Axe durchlaufen denkt, und auf jeder Seite dieses Dreiecks eine, auf den oberen Theil der Axe geneigte Ebene setzt, so daß diese alle gleich geneigt sind; wenn man eben so in einem Punkte des untern Theils der Axe, drei, den anderen Ebenen parallele, Flächen bringt, so ist der zwischen diesen sechs Flächen eingeschlossene Körper ein Rhomboeder.

Das Rhomboeder ist also von sechs gleichen rhombischen Flächen eingeschlossen, welche gleich und symmetrisch, je drei an jedem Ende der Axe, gegen diese gelagert sind, und unter sich gleiche Winkel bilden. Gemäß der Identität ihrer Lage gegen die Axe, liegen sie auch in Hinsicht auf die Mitte der Axe, die als Mittelpunkt des Körpers betrachtet werden kann, alle gleich.

Man hat das Rhomboeder auch zuweilen als doppelte dreiseitige Pyramide betrachtet, oder als einen, aus zwei gleichen und regelmäßigen dreiseitigen Pyramiden, mit gleicher Axe und an einander liegenden Basen zusammenge-

---

*) Wir haben hier mit Herrn Prof. Weiß die Belegung dieses Körpers mit dem Namen Rhomboeder (rhomboèdre) der Benennung rhomboide vorgezogen, (welche letztere zuerst von Haüy angewandt wurde), weil man auch Oktaeder, Tetraeder u. s. w. sagt

setzten Körper, so, daß jede Kante der einen Pyramide, der, die Winkel am Gipfel in zwei gleiche Theile theilenden Linie der anderen Pyramide entspricht.

Wir erinnern hier an das §. 34 Gesagte, daß, um die Hauptgestalt eines Krystalls als Rhomboeder anzuerkennen, die durch das Goniometer gegebene Identität der Neigungswinkel der an den Gipfeln anliegenden Flächen, sich durch eine identische Lage der Flachen in Rücksicht auf die Durchgänge, deren Anzahl wenigstens drei, und die alle gleich deutlich seyn müssen, bestätigen muß.

Nach diesen Bestimmungen wird man leicht die zwischen den verschiedenen Winkeln und Kanten eines Rhomboeders vorhandenen Verhältnisse wahrnehmen.

Die Ecken haben wir schon im vorigen §. beschrieben. Die beiden sich entgegengesetzten, an beiden Enden der Axe, in ihrerr Art eigenthümlichen Ecken *a* und *s* (Fig. 19 u. 20) werden durch den Namen Gipfelecken oder obere Ecken (Scheitel) unterscheiden.

Die sechs anderen unter sich gleichen Ecken kann man Seitenecken (Randecken) nennen.

Die Kanten am, ae, ai am Gipfel a und die Kanten sn, sr, so am Gipfel s werden obere Kanten oder Gipfelkanten (Scheitelkanten) genannt.

Die sechs anderen Kanten mr, re, eo, oi, in, nm werden untere oder zur Seite liegende Kanten (Randkanten) genannt. Da diese sechs Randkanten stets alle gleich in Rücksicht auf die Axe gelagert sind, und da die Ebenen, deren Durchschneidung sie bildet, alle eine ähnliche Lage um ein gleichseitiges Dreieck haben, so folgt daraus, daß die horizontale Projektion eines jeden Rhomboeders, dessen Axe senkrecht steht, stets ein regelmäßiges Sechseck ist, wie die Figuren 19 und 20 es zeigen, was leicht zu beweisen ist.

Wir wollten hier nur bloß diese Benennungen aufführen. Man wird weiterhin sehen, daß diese verschiedenen Ecken oder Kanten verschiedene, von ihrer Lage abhängige symmetrische Eigenthümlichkeiten haben.

Betrachtet man einen Würfel in Rücksicht auf irgend eine seiner inneren Diagonalen, die man als Axe annimmt, so kann man ihn als ein Rhomboeder ansehen, dessen Flächen, Quadrate und dessen Neigungswinkel 90° sind. Durch eine einfache trigonometrische Berechnung findet man die Neigung einer jeden Fläche gegen die Axe von 35° 15′ 51¾″.

Da aber diese Neigung der Flächen gegen die Axe in einem Rhomboeder bis ins Unendliche variiren kann, sowohl unter diesem Maaße bis 0°, und darüber bis 90°; oder, was dasselbe ist, da in jeder der Rhomben des Rhomboeders der Winkel am Scheitel, der im Würfel 90° ist, spitz und allmählig 0°, oder stumpf bis auf 120° werden kann, so folgt daraus, daß es zwischen diesen Gränzen eine unendliche Menge von Rhomboeder geben kann.

Man nennt das Rhomboeder spitz, wo die Neigung der Flächen gegen die Axe unter 35° 15′ 51¾″ ist und der Winkel jeder Rhombe am Gipfel weniger als 90° beträgt; das Rhomboeder ist stumpf, wenn diese Winkel größer als die eben angegebenen Maaße sind.

Am spitzesten wäre das Rhomboeder, wo die Neigung der Flächen gegen die Axe 0° wäre. Hier würden die Flächen der Axe parallel seyn. Das sechsseitige Prisma ist also die Gränze der spitzen Rhomboeder. Das stumpfeste Rhomboeder würde das seyn, wo sich die Flächen um 90° gegen die Axe neigten. Alle Flächen würden dann in derselben sechseckigen Ebenen liegen, was auch die äußerste Gränze der stumpfen Rhomboeder ist. Deßhalb wurde auch schon oben gesagt, daß der von zwei Kanten am Gipfel gebildete Winkel nicht über 120° seyn könne.

Wir waren beim Rhomboeder etwas weitläuftiger, weil dieser Körper die Hauptgestalt einer großen Anzahl von Krystallen ist.

§. 44. Das Oktaeder ist im Allgemeinen ein durch acht Ebenen, wie diese auch liegen mögen, begränzter Körper; man schränkt diesen Begriff gewöhnlich auf einen Körper ein, der von acht symmetrisch um eine Axe gelegenen

Flächen so begränzt ist, daß viere derselben der Axe in einer Richtung, und viere den ersteren parallele, der Axe in umgekehrter Richtung anliegen. Diese Ebenen sind alle Dreiecke, wenn die Flächen sich zu vieren in einem Punkte vereinigen, angenommen, daß alle Flächen die ihnen eigentlich zuständige Größe besitzen §. 51 (siehe die Fig. 21, 22, 23, 24, 25, 26 und 27).

Man kann diesen Körper auch als gebildet aus zwei vierseitigen, ähnlichen, regelmäßigen, oder symmetrischen Pyramiden, mit an einander liegenden Basen und Kanten, betrachten. Daraus folgt, daß die vier Kanten ce, ef, fd, da der gegenseitigen Vereinigung der Pyramiden an einer Ebene liegen, und zusammen ein Parallelogram cefd, welches die gemeinschaftliche Basis ist, bilden. Diese Kanten ce, ef, fd, da werden Kanten der Basis oder untere Kanten (Randkanten) genannt. Die vier Ecken c, e, f und d, die an ihnen liegen, heißen, Ecken der Basis (Randecken); die beiden einander gegenüberstehenden Ecken a und b, Gipfelecken oder obere Ecken (Scheitel); und die innere sie verbindende Linie ab ist die Axe. Die die Gipfelecken mit der Basis verbindenden Kanten werden obere oder Gipfelkanten (Scheitelkanten) genannt.

Zu jeder der zu nennenden Figuren ist unten die horizontale Projektian der gemeinschaftlichen Basis gezeichnet worden, auch stellt jene Projektion die Basis in ihrer wirklichen Größe dar, da die Körper so gestellt sind, daß diese Grundfläche horizontal zu liegen kommt.

Zur Seite einer jeden Projektion der Basis ist eins der, das Oktaeder bildenden Dreiecke, und zwei in Fig. 26, wo sie nicht alle gleich sind, in seiner wirklichen Größe gezeichnet.

Von den acht Scheitelkanten liegen auch immer je viere in einer Ebene, und diese zwei neuen Ebenen aebd und afbc sind auch Parallelogramme. In jedem Oktaeder finden sich also drei diagonale Ebenen oder parallelogrammatische Durchschnitte (Hauptschnitte), cefd, aebd und afbc; und man begreift, daß von den, zwischen diesen Ebenen existirenden

Verhältnissen in Gestalt und Lage, verschiedene Abänderungen des Oktaeders abhängen müssen. Eben so kann man jedes dieser Parallelogramme als Basis, und folglich die, die beiden sich entgegengesetzten nicht an der Basis liegenden Ecken, verbindende Linie als Axe betrachten. Das Oktaeder hat daher im Allgemeinen drei Basen und drei Axen; in den Krystallen aber reichen die Modifikationen fast immer Beweggründe zur Annahme einer Axe und einer Basis dar, eine kleine Anzahl von Fällen ausgenommen, nämlich im regelmäßigen Oktaeder der Geometrie, von der wir sogleich sprechen wollen.

Man sieht leicht ein, daß, da jede dreieckige Fläche eines Oktaeders an die drei Axen stößt, die verschiedenen Abänderungen des Oktaeders auch von den Verhältnissen zwischen den Neigungen der Ebenen auf jede der Axen abhängen.

Zuletzt können die Dreiecke in den verschiedenen Fällen dem relativen Verhältnisse ihrer Winkel, und ebenso dem ihrer Seiten, gemäß variiren, können gleichseitige, gleichschenkliche oder ungleichseitige Dreiecke seyn, alle von einerlei Art oder von verschiedener, können gleich oder ungleich seyn.

Alle diese Abänderungen in den Verhältnissen, entweder zwischen den drei Hauptschnitten, oder zwischen den verschiedenen Neigungen der Ebenen gegen die Axe, oder endlich zwischen den Dreiecken, die sich alle gegenseitig bedingen, sollen in den Beschreibungen der verschiedenen Arten des Oktaeders, die wir sogleich geben werden, angezeigt werden, wobei wir uns nur auf jene Oktaeder einschränken, welche man als Hauptgestalten bei Krystallen beobachtet. Bei der Beschreibung werden wir in den Maaßen ihrer Winkel bloß Verhältnisse anführen, welche den Fundamental-Grund zu ihrer Unterscheidung darbieten; wir setzen aber immer voraus, daß diese Verhältnisse durch analoge, in Hinsicht der Lage und Deutlichkeit der Durchgänge, und durch die Symmetrie der Modifikationen bestätigt werden (siehe §. 34).

§. 45. **Ein regelmäßiges Oktaeder ist ein solches das von acht gleichen gleichseitigen Dreiecken begrenzt ist, sowie das regelmäßige Oktaeder der Geometrie.**

Die drei Durchschnitte sind rechtwinklich, auf einander senkrecht, und folglich Quadrate. Wenn der Gipfel ein Punkt ist, wie in Fig. 21, und nicht eine Linie, wie in den Figuren 30 und 32, wovon unter §. 51 gesprochen werden wird, so sind die drei Axen gleich und auf einander senkrecht. Jede Fläche bildet mit den ihr anliegenden Flächen gleiche Winkel; dieser Winkel ist, wie in der Geometrie, nothwendig 109° 28′ 16″, und sein Supplement, oder der von zweien, einander an einer Ecke entgegen liegenden Flächen gebildete Winkel, 70° 31′ 44″, ebenso wie der von zweien an einander liegenden Flächen gebildete Winkel des regelmäßigen Tetraeders (§. 35).

Jede Ebene macht auch einen gleichen Winkel mit jeder der drei Axen, und dieser Winkel ist 35° 16′ 51¾″, ganz derselbe wie die Neigung der Flächen eines als Rhomboeder betrachteten Würfels gegen die Axe (siehe oben §. 43).

Aus der Identität der Lage der Flächen in Hinsicht auf die Axe, kann man schließen, daß alle Flächen gegen einen, den drei Axen gemeinschaftlichen Punkt gleich gelagert sind, und diesen Punkt kann man als den Mittelpunkt des Krystalls betrachten.

Das regelmäßige Oktaeder ist eine dem Flußspath, dem Spinell u. s. w., und namentlich vielen metallischen Substanzen zukommende Hauptgestalt.

§. 46. Das symmetrische Oktaeder mit quadratischer Basis (quadratisches Oktaeder). Dieses Oktaeder ist aus acht gleichen gleichschenklichen Dreiecken zusammengesetzt. (Siehe die Fig. 22 u. 23.)

Der Durchschnitt ccfd, der hier als Basis angenommen worden, weil er einzig in seiner Art ist, ist ein rechtwinkliches Viereck, und die beiden anderen aebd und afbc sind Rhomben und einander gleich; folglich ist der erstere ein Quadrat. Diese drei Hauptschnitte sind auf einander senkrecht. Von den drei, nothwendig auf einander senkrechten Axen, sind zwei, de, cf, einander gleich, die dritte ab, die hier die vorzüglichste ist, ist größer in Fig. 22, die dem Anatas zukömmt, und kleiner in Fig. 23, die dem Zirkon angehört.

Jede Fläche macht zwei gleiche Winkel mit den beiden Axen de und fe, und einen von diesen verschiedenen Winkel mit der Axe ab, der kleiner ist als die ersten in Fig. 22, wo das Oktaeder spitz genannt wird, und größer in Fig. 23, wo man das Oktaeder stumpf nennt.

Allgemeiner nennt man unter allen als Krystallgestalten vorkommenden Arten des Oktaeders, dasjenige spitz, bei dem die vier sich am Scheitel vereinigenden ebenen Winkel, oder wenigstens zwei derselben, die einander gegenüberstehenden, kleiner als 60°, mithin kleiner als die Winkel der Dreiecke des regelmäßigen Oktaeders sind; oder auch, was ganz dasselbe ist, wenn die Neigung von vier, oder auch nur von zweien einander entgegengesetzten, Ebenen gegen die Axe, geringer ist als 35° 15′ 51¾″, (der eben beim regelmäßigen Oktaeder angegebene Winkel).

Sind diese verschiedenen Winkel aber größer als die angegebenen Gränzen, so nennt man das Oktaeder stumpf.

§. 47. Symmetrisches Oktaeder mit ungleichseitigen Dreiecken (Rhombisches Oktaeder). Dieß ist ein aus acht gleichen ungleichseitigen Dreiecken gebildetes Oktaeder (siehe Fig. 24 u. 25).

Die drei Hauptschnitte cefd, aebd und acbf sind auf einander senkrecht, alle sind, einander ungleiche, Rhomben. Daraus geht hervor, daß man bei dieser Gestalt, welche dem Schwefel zukömmt, keinem Beweggrund hat, einen Hauptschnitt lieber als den anderen zur Basis zu wählen, wie man aus Fig. 25 sehen kann, die denselben Körper darstellt, wie die Fig. 24, nur mit anderer Basis. In der Fig. 24 ist das Oktaeder ein spitziges, in Fig. 25 ein stumpfes. Die drei ungleichen Axen sind auf einander senkrecht. Alle acht Begränzungsflächen bilden mit einerlei Axe gleiche Winkel, verschiedene Winkel aber, mit jeder der drei verschiedenen Axen.

§. 48. Symmetrisches Oktaeder mit rektangulärer Basis (Rektangulär-Oktaeder). Hier sind die Flächen alle gleichschenklig, aber von zweierlei Art in jeder Pyramide, indem nur die vier einer jeden Art zugehörigen einander gleich sind (siehe Fig. 26, die dem Bleyvitriol

angehört). Von den drei Hauptschnitten sind zwei, afbe und aebd Rhomben; sie sind gegeneinander geneigt, aber auf dem dritten senkrecht. Dieser ist ein rechtwinkliches Viereck cefd: doch nothwendig länglich der Schiefheit der beiden anderen gemäß. Von den drei Axen sind zwei, cf, de, gleich, und weder auf einander noch auf die ihnen entsprechende Basis senkrecht, die dritte ab ist entweder kleiner (wie in der erwähnten Figur), oder größer, und auf die beiden anderen, so wie auf der Basis cefd senkrecht. Die beiden entgegengesetzten Flächen adf und ace einer Pyramide sind, so wie die beiden andern sich gegenüberstehenden Flächen acd und aef, gleich gegen die Axe geneigt, erstere haben aber eine kleinere Neigung als die letzteren.

§. 49. Die Fig. 87 stellt einen Krystall dar, der noch die Charaktere des Oktaeders hat, und der auch als ein solches in mehreren Werken betrachtet wurde; deßwegen erwähnen wir ihn hier, obgleich es, wie man sehen wird, schicklicher seyn würde, ihn auf eine andere Gestalt, von der er nur eine Modifikation ist, zu beziehen.

Die Flächen sind von zweierlei Art; ace und bdf, welche parallel liegen, sind zwei gleichseitige Dreiecke; alle anderen Dreiecke sind einander gleich und gleichschenklich; aef und acd, einander entgegengesetzt, sind gleich gegen die Axe geneigt; von den anderen sich gegenüberstehenden Flächen ist adf mehr gegen die Axe geneigt als ace. Die drei Durchschnitte sind rektangulär und alle gegen einander geneigt; die drei Axen sind auch nicht auf einander senkrecht. Doch ist dieser Körper, trotz der scheinbaren Unregelmäßigkeiten sehr symmetrisch.

Die Symmetrie besteht nämlich darin, daß die drei Durchschnitte gleich und ähnlich, und gegenseitig gleich geneigt sind, oder, was dasselbe ist, daß die drei Axen einander gleich, und gegen einander gleiche Neigung haben; woraus sich ergiebt, daß die drei gleichschenklichen Flächen adc, afb und bce gleich gegen die gleichseitige Fläche ace geneigt sind, und

die anderen drei gleichschenklichen Flächen baf, bcd und adf, gleiche Winkel mit der gleichseitigen Fläche adf machen.

Diese gleiche Neigung dreier Flächen gegen ein gleichseitiges Dreieck ist aber die Grundbedingung eines Rhomboeders, wie man oben sah (§. 43). Diese Gestalt ist daher bloß vom Rhomboeder abgeleitet. Die Fig. 28 stellt den Körper der Fig. 28 dar, nur so gestellt, daß die gleichseitigen Dreiecke ace und bdf horizontal sind, und die ihre Mittelpunkte verbindende Linie, die hier die Axe ist, senkrecht steht. Die Identität der Buchstaben zeigt die Lage der verschiedenen Flächen in den beiden Figuren; überdieß machen die punktirten Linien ra, rc, re oben, und tb, td, tf unten, den Körper vollständig, der, die Dimensionen ausgenommen, dem Rhomboeder von Fig. 19 und 20 ganz gleich ist. Es ist also ein an seinen Scheiteln abgestumpftes (entscheiteltes) Rhomboeder, vermittelst zweier auf die Axe senkrechten durch die Randecken gehenden Ebenen.

Diese Gestalt kommt der Korund zu, und mehrere andere Gattungen zeigen ähnliche Formen.

§. 50. Es ist nicht unnütz zu bemerken, daß diese Eigenthümlichkeit des Oktaeders (Fig. 27), vermöge der wir es auf das Rhomboeder zurückführten (die Gleichheit zwischen den drei Axen oder drei Hauptschnitten, und die Identität ihrer gegenseitigen Neigung), auch im regelmäßigen Oktaeder vorkomme, wo die drei Axen gleich und auf einander senkrecht sind, u. s. w. Daraus folgt, daß auch das regelmäßige Oktaeder als ein auf seinen Scheiteln abgestumpftes Rhomboeder betrachtet werden kann, dessen Axe willkührlich eine von den vier Linien, die man zwischen den Mittelpunkten zweier paralleler Flächen ziehen kann, seyn würde; was jedoch keine reine Idee seiner Regelmäßigkeit geben möchte.

Wenn man aber mit Recht diese Art der Darstellung jenes Körpers verwirft, so dient sie doch dazu, zu zeigen, daß das regelmäßige Oktaeder ein Rhomboeder werden kann, durch ein, vermittelst Verlänge-

rung von sechs Flächen hervorgebrachtes Verschwinden zweier parallelen Flächen.

Die Fig. 29 zeigt ein regelmäßiges Oktaeder, was die Identität der Buchstaben mit der Fig. 21 hat, um das Vergleichen beider Figuren zu erleichtern. Dieß Oktaeder ist so dargestellt, daß die beiden parallelen Flächen ace und bdf horizontal sind, und daß die hinzugefügten punktirten Linien, ra, ro, re von der einen Seite, und tl, tf, td von der anderen das Rhomboeder vollständig machen.

Aus dem (§§. 35 und 45) über die Winkelmaaße des Tetraeders und regelmäßigen Oktaeders Gesagtem, geht hervor, daß die hinzugefügten Stücke race und tbdf regelmäßige Tetraeder sind. Folglich kann man die erwähnte Eigenthümlichkeit auch so ausdrücken. Das regelmäßige Oktaeder kann in ein Rhomboeder umgewandelt werden, wenn man an zwei parallele Flächen regelmäßige Tetraeder ansetzt, deren Dreiecke dieselbe Größe haben, wie die Oktaederflächen. Diese interessante Abänderung des regelmäßigen Oktaeders hat man am gediegen Wismuth wahrgenommen,

§. 51. In §. 44 bei der Beschreibung der Oktaeder im Allgemeinen, und in §. 45 bei der Brschreibung des regelmäßigen Oktaeders setzten wir voraus, daß die Flächen gleichmäßig ausgedehnt wären, so daß sie zu vieren in einem Punkte der Axe sich vereinigten, folglich lauter Dreiecke seyen. Dieser Fall ist der gewöhnlichste; es giebt aber auch Ausnahmen, welche den Körpern ein ganz anderes Ansehen geben, und deren Kenntniß daher interessant ist.

Das keilförmige Oktaeder (Fig. 30) ist ein regelmäßiges Oktaeder (Fig. 21), welches eine Verlängerung parallel den beiden Kanten cd und ef erlitten hat, welche bemerkt, daß die beiden Flächen aef und acd sowie die ihnen parallelen Flächen nicht in einem Punkte a, sondern in einer Linie aa′ und bb′ zusammenstoßen, und nicht Dreiecke, sondern Trapezien wie die beiden Seiten eines Keils sind; daher die Benennung des Oktaeders: keilförmig.

Dieselben Abänderungen können auch bei den anderen Oktaedern statt haben. Die Fig. 32 stellt das so verlängerte Oktaeder von Fig. 26 dar.

Ist diese Verlängerung des Oktaeders beträchtlich, so kann der Körper zuerst als ein schiefwinkliches (rhombisches) Prisma, dessen Basen durch zwei Flächen ersetzt sind, betrachtet werden; und die Fig. 31 u. 33 sind nichts als die 30 u. 32. nur so gestellt, daß die Axe eines jeden der nun prismatischen Körper senkrecht sey.

Betrifft dieß das regelmäßige Oktaeder, dann nennt man diese verlängerten Krystalle stets keilförmige Oktaeder; in anderen Fällen aber betrachtet man sie oft schicklicher als Prismen.

§. 52. Wenn die Verlängerung zugleich in drei Richtungen statt findet, oder, was dasselbe ist, wenn die beiden parallelen Flächen aef und bdc (Fig. 21) sehr groß sind, so werden dann die beiden ersteren Flächen (wenigstens was die Gleichheit der sechs Winkel betrifft) regelmäßige Sechsecke, und die sechs anderen, Trapezien werden.

Dieß stellen die Fig. 34 u. 35 dar. In der ersteren ist der Körper in derselben Stellung, wie in Fig. 21, dargestellt; in der zweiten ist er so gezeichnet, daß seine Flächen a′a′ f′f′ e′e′ und b′b′ c′c′ d′d′ senkrecht, und in ihren wahren Dimensionen dargestellt sind.

Da dieser Körper offenbar betrachtet werden kann als Resultat zweier, am Oktaeder gemachten Schnitte, durch zwei einander parallele Ebenen, die zugleich zweien Flächen des Oktaeders parallel sind, so ist es eigentlich ein Segment des Oktaeders, und man hat es auch segmentförmiges Oktaeder genannt.

Auch kann nur eine der beiden genannten Flächen ausgedehnt seyn, dann würde die andere ihre gleichseitige dreieckige Form behalten.

§. 53. Diese abgeplatteten Körper, analog denen, wovon wir so eben sprechen, können auch das Resultat einer ähnlichen Abplattung bei anderen Oktaedern, und folglich auch bei dem Fig. 27 Dargestellten, nämlich beim abgestumpf-

ten Rhomboeder (Fig. 28), seyn. Die Abplattung hat auf den gleichseitigen Dreiecken ace und bdf statt, und dieses abgestumpfte segmentförmige Rhomboeder ist auch, die Verschiedenheiten der Winkel zwischen den Flächen ausgenommen; durch die Figuren 34 u. 35 dargestellt.

§. 54. Sechsseitige Säule. Es ist ein Prisma, das zur Basis ein Sechseck, folglich auch sechs Seitenflächen hat. Man unterscheidet:

Das regelmäßige sechsseitige Prisma (Fig. 36), dessen Durchschnitt, senkrecht auf die Axe, ein regelmäßiges Sechseck ist, oder, wo je zwei an einander gränzende Seitenflächen Winkel von 120° bilden. Eben so muß jede Fläche des Prismas in Rücksicht auf die Durchgänge gleich gelagert seyn (siehe §. 34).

Das symmetrische sechsseitige Prisma (Fig. 37), ist dasjenige, dessen auf die Axe senkrechter Durchschnitt kein regelmäßiges, sondern nur ein symmetrisches Sechseck ist. Bei den Krystallen besteht die Symmetrie dieser Gestalt fast immer darin, daß unter den sechs von den Seitenflächen gebildeten Winkeln, die beiden gegenüberstehenden a und b einander gleich, und von den vier übrigen einander gleichen, verschieden sind.

Nur die Krystalle des Epidots machen von dieser Regel eine Ausnahme. In den sechsseitigen Prismen desselben sind die sechs Winkel von dreierlei Art; auch betrachtet man sie nicht als sechsseitige Prismen, sondern als an den scharfen Seitenkanten abgestumpfte schiefwinkliche Säulen.

Auch die Lage der Basis, ob sie senkrecht oder schief, muß berücksichtigt werden. Bei den sechsseitigen, wie bei den vierseitigen Prismen mit schiefer Basis muß man unterscheiden, ob diese Grundfläche auf einer Kante oder auf einer Fläche ruht (siehe oben §§. 40 u. 41).

Wenn ein Krystall die Gestalt des regelmäßigen sechsseitigen Prismas hat, so ist die Basis auch immer senkrecht auf die Axe; bei den Krystallen des Feldspaths indessen ist sie schief und ruht auf einer Kante. Auch sollten diese Krystalle streng genommen, nicht als sechsseitige Prismen betrachtet

werden, da die Seitenflächen, obgleich ihre Winkel unter einander nach dem Goniometer 120° scheinen, nicht eine gleiche Lage in Hinsicht auf Durchgangsebenen haben (siehe §. 34).

In dem symmetrischen sechsseitigen Prisma muß man bestimmen, auf welcher Art von Fläche oder Kante die schiefe Basis liegt (siehe die Note zu §. 40). So z. B. bei den periheraedrischen Augit von Haüy ruht sie auf einer, zwischen zwei gleichen Winkeln befindlichen Fläche.

§. 55. Das Rautendodekaeder ist ein von zwölf rhombischen Flächen begränzter Körper.

Wenn die zwölf Rhomben alle dieselben Winkel haben, oder sich gleich und ähnlich sind, so bildet alsdann eine jede mit der ihr anliegenden gleiche Winkel; das ist das regelmäßige Rautendodekaeder. Es ist Fig. 38, und auch in einer anderen Stellung Fig. 39 mit denselben Buchstaben, dargestellt, um die ganze Symmetrie seines Baues, die wir, seiner Verhältnisse zu dem Würfel, dem regelmäßigen Oktaeder und Tetraeder wegen, mit einiger Ausführlichkeit darstellen wollen, besser kennen zu lehren.

Das Rautendodekaeder hat vier und zwanzig Kanten und vierzehn Ecken. Von den letzteren sind sechs (a, c, d, f, e, b) vierflächig und einander gleich, und acht (l, m, o, n, r, s, t, v) dreiflächig und auch einander gleich.

Der Neigungswinkel jeder zwei in einer Kante sich schneidenden Flächen ist 120°. Die Neigung zweier sich an einer vierflächigen Ecke entgegengesetzten Flächen ist 90°. Der stumpfe Winkel jeder Rhombe (Fig. 40) ist genau 109° 28′ 16″ (eben wie der Neigungswinkel des regelmäßigen Oktaeders; siehe §. 45) *).

*) Diese bestimmten Maaße der Winkel sind hergeleitet, erstens, daraus, daß alle Neigungswinkel oder ebenen Winkel einerlei Art durchs Goniometer gleich befunden wurden; zweitens, daß die zwölf Flächen alle in Rücksicht auf die Durchgangsebenen gleich liegen. Solcher Durchgangsebenen giebt es bei dieser Gestalt entweder sechs, die den Flächen parallel liegen, oder vier, die ein regelmäßiges Oktaeder, oder drei, die einen Würfel bilden; alle aber sind jedesmal gleich deutlich.

Daraus geht also hervor, erstens, daß das regelmäßige Rautendodekaeder so gestellt, daß eine, zwei vierflächige, sich entgegengesetzte, Ecken verbindende Linie, ab senkrecht ist (wie dieß in Fig. 38 der Fall) als horizontale Projektion, oder als einen auf die Linie ab senkrechten Durchschnitt ein Quadrat cdef geben muß, wie es in der Figur gezeichnet ist; und daß es, da sechs einander gegenüberstehende vierflächige Ecken vorhanden sind, drei ähnliche ganz identische Stellungen oder drei Linien, ab, ce, df, geben muß, welche senkrecht gestellt und als Axen angenommen, dieselben Resultate geben müssen *).

Zweitens. Daß dieser Körper, so gestellt, daß eine, zwei dreiflächige, sich entgegengesetzte, Ecken verbindende Linie os senkrecht ist (wie dieß in Fig. 39 statt findet), als horizontale Projektion, oder als einen auf die Linie os senkrechten Durchschnitt, ein regelmäßiges Sechseck bvkmer, wie dieß in der Figur dargestellt ist, geben muß; und daß, da es acht dreiflächige, je zwei einander entgegengesetzte Ecken giebt, vier ähnliche ganz identische Stellungen, oder vier Linien, os, lv, mt, nr, möglich sind, welche senkrecht gestellt, oder als Axen genommen, dasselbe Resultat geben **).

Die drei quadratischen Durchschnitte sind gleich und senkrecht auf einander, und verbinden sich alle in einem inneren

---

*) Nach dem oben Gesagten, daß je zwei an einer vierflächigen Ecke einander entgegengesetzte Flächen einen Winkel von 90° bilden, ist also jede Fläche gegen die Axe der vierflächigen Ecke, auf die sie stößt, um 45° geneigt, woraus folgt, daß jede auf diese Axe stoßende Kante um 54° 44′ 8″ gegen diese Axe geneigt ist, und daß sie mit der an der anderen Seite der Axe ihr entgegengesetzten Kante einen Winkel von 109° 28′ 16″ bildet (der Neigungswinkel des regelmäßigen Oktaeders).

**) Durch Betrachtungen und eine einfache Rechnung findet man, daß daß jede Fläche auf die Axe der dreiflächigen Ecke, an die sie stößt, um 54° 44′ 8″ geneigt ist, ebenso wie die Neigung einer Kante auf die Axe an einer vierflächigen Ecke; woraus folgt, daß jede auf die Axe einer dreiflächigen Ecke stoßende Kante, gegen diese um 70° 31′ 44″ geneigt ist.

Punkte, der ihr Mittelpunkt ist. Da sie aber je viere alle Rhomben des Dodekaeders durchkreuzen, indem sie dieselben in der großen Diagonale schneiden, so ist folglich jede der Diagonalen, welche Seite eines quadratischen Durchschnitts ist gleich gelagert gegen den Mittelpunkt *).

Die vier hexagonalen Durchschnitte sind einander gleich, und vereinigen sich in einem Punkte, dem Mittelpunkt; der mit dem der drei quadratischen Flächen identisch seyn wird, wenn man annimmt, daß jeder dieser hexagonalen Durchschnitte in gleicher Entfernung von den beiden Enden der Axe o s u. s. w., auf die er senkrecht ist, geführt werde; und da diese vier hexagonalen Durchschnitte alle Rhomben des Dodekaeders vermittelst einer Linie, die auf zwei gegenüberstehenden Seiten senkrecht ist und durch den Mittelpunkt der Rhomben geht, durchschneidet, (daß also jede Rhombe von Schnitten durchkreuzt wird), so sind folglich alle diese Linien gegen den Mittelpunkt der Durchschnitte gleich gelagert, der also Mittelpunkt des Krystalls wird.

Es sind demnach auch im regelmäßigen Dodekaeder alle Flächen gleich gelagert in Rücksicht auf einem Punkt innerhalb, der als Mittelpunkt des Krystalls betrachtet werden muß. Ebenso liegen alle Kanten ähnlich gegen diesen Mittelpunkt, und sind gleich weit von demselben entfernt, also identisch.

Diese Identität findet jedoch nicht bei allen Ecken statt. Die vierflächigen Ecken sind, so wie die dreiflächigen, gleich gegen sich und den Mittelpunkt gelagert; letztere aber sind dem Mittelpunkte näher als die ersteren.

Diese Haupteigenthümlichkeiten des Rautendodekaeders stehen, wie man sieht, in nahen Verhältnissen mit denen oben

*) Es ist nicht unnütz, hier anzumerken, daß diese senkrechte Lage der drei quadratischen Durchschnitte auf einander die Grundbedingung des regelmäßigen Oktaeders ist, wie man §. 45 gesehen hat. Wir werden das Verhältniß zwischen diesem Körper und dem Rautendodekaeder bald bestätigen.

(§§. 35, 37 u. 45) für das regelmäßige Tetraeder, Oktaeder und dem Würfel angegebenen,

Man erhält auch wirklich einen Würfel, wenn man die acht dreiflächigen Ecken, ie viere, durch Flächen verbindet; und wenn man Aehnliches mit den sechs vierflächigen Ecken vornimmt, ein regelmäßiges Oktaeder, und folglich auch ein regelmäßiges Tetraeder, gemäß dem im §. 85 Gesagten. Diese vier Körper haben in ihrem Bau also viele Aehnlichkeiten, und man wird im sechsten Abschnitte sehen, daß sie durch symmetrische Modifikationen in einander übergehen können.

Indessen ist die Regelmäßigkeit des Rautendodekaeders von der des regelmäßigen Tetraeders, des regelmäßigen Oktaeders und des Würfels darin unterschieden, daß seine Ecken von zweierlei Art sind; deßhalb ist es auch nicht in der Zahl der regelmäßigen Körper der Geometrie begriffen, bei denen nicht nur eine vollkommene Identität der Flächen und Kanten, sondern auch der Ecken statt finden muß. Dennoch haben wir geglaubt, wegen den zwischen dem Rautendodekaeder und den regelmäßigen Körpern der Geometrie stattfindenden Beziehungen, in der Krystallographie diesen Körper, zur Unterscheidung von anderen, regelmäßig nennen zu dürfen.

§. 56. Es versteht sich, daß wenn die zwölf Rhomben des Rautendodekaeders nicht gleich gegen einander geneigt sind, der Körper nur symmetrisch seyn wird.

Man kann im Allgemeinen eine große Anzahl von verschiedenen Dodekaedern der Art sich denken; die bei den Krystallen vorkommenden lassen sich aber alle auf zwei Classen zurückführen.

Erstens. Die symmetrischen Dodekaeder, bei denen einer der hexagonalen Durchschnitte ein regelmäßiges Sechseck ist. Die sechs Krystallflächen, durch welche dieser Queerschnitt geht, sind gegen einander unter gleichen Winkeln geneigt, aber verschieden von den sechs andern; diese unter sich ebenfalls gleiche Neigung behauptenden, bilden auch mit der Axe des sechsseitigen Prismas gleiche Winkel.

Zweitens. Die, bei welchen keiner der sechsseitigen Durch-

schnitte ein regelmäßiges Sechseck ist, wo aber acht Flächen, die je viere, zwei einander entgegenstehende vierflächige Ecken zusammen setzen, unter sich gleiche Neigungswinkel bilden, während die vier anderen Flächen auf einander senkrecht stehen.

Wir haben zur Darstellung dieser beiden Fälle keine besonderen Figuren gegeben. Die Figur 39 kann eine Idee des ersteren Falls, der im Kalkspath vorkommt, und die Fig. 38 des zweiten, der im Zirkon statt findet, geben. Diese Gestalten werden gewöhnlich nicht als Dodekaeder, sondern als Abänderungen anderer schon beschriebenener Gestalten angesehen. So wird die Abänderung Fig. 39 besser genommen als ein sechsseitiges Prisma mit einer dreiflächigen Spitzung auf jeder der Basen (siehe Fig. 68), oder als ein Rhomboeder mit dem Gipfel in o, dessen Randkanten alle senkrecht, parallel der Axe hinweggeschnitten sind; die Fig. 38 aber als ein symmetrisches Oktaeder mit quadratischer Basis, das an den Randecken abgestumpft ist, auch als ein quadratisches Prisma, das symmetrisch an allen seinen Ecken abgestumpft ist, oder auf jeder seiner Basen eine Spitzung von vier auf den Seitenkanten aufsitzenden Flächen trägt.

§. 57. Das Pentagonaldodekaeder ist ein von zwölf gleichen und ähnlichen Fünfecken begränzter Körper.

In der Geometrie kennt man einen Körper der Art, welcher, da seine Fünfecke gleichseitig und gleichwinklich sind, zu den regelmäßigen Körpern gezählt wird.

Unter den Krystallen findet sich das regelmäßige Pentagonaldodekaeder nicht. Der einzige *) dort sich findende solche Körper (beim Schwefelkies und Arsenikkobalt) hat zwar lauter gleiche und ähnliche Flächen, seine Pentagone aber sind nicht

---

*) Dieß ist streng genommen unrichtig. Die Fig. 56, welche eine Abänderung des Kalkspaths ist, ist auch ein Pentagonaldodekaeder; die Fünfecke sind aber von zweierlei Art, u. s. w. Die Symmetrie dieses Körpers zeigt sich weit besser, wenn man es als ein, an den Enden mit drei Flächen zugespitztes regelmäßiges sechsseitiges Prisma betrachtet (siehe §. 68).

regelmäßig. Es ist (Fig. 41) in vertikaler und horizontaler Projektion dargestellt. Wenig hiervon verschieden würde die Darstellung des regelmäßigen Pentagonaldodekaeders seyn.

Das Pentagonaldodekaeder der Krystallographie unterscheidet sich von dem regelmäßigen darin, daß in einem seiner Fünfecke (Fig. 42) der Winkel b, 121° 35′ 17″, die angränzenden Winkel q und s, 106° 36′ 2″ und die beiden Winkel g und h 102° 36′ 19″ betragen*).

Im regelmäßigen Fünfeck hingegen (Fig. 43) messen alle Winkel 108°.

Der Winkel b (Fig. 42), einzig in seiner Art, wird Gipfel des Fünfecks genannt; die diesem Winkel gegenüberstehende Seite gh ist die Basis. Die Winkel g und h heißen Winkel der Basis, und die Winkel q und s Seitenwinkel.

In dieser symmetrischen Pentagonaldodekaeder liegen die Fünfecke so, daß je zwei immer dieselbe Kante zur Basis haben. So ist die Base gh des Fünfecks bqghs auch die Basis des Fünfecks dughx; es giebt also nur sechs Basen.

Die symmetrische Lage dieser Basen der Pentagone muß man zur genauen Beurtheilung der Symmetrie des Körpers durchaus kennen. Diese Basen liegen je zwei, in drei auf einander senkrechten Ebenen. In der senkrechten Projektion (Fig. 41) sind die beiden parallelen Basen gh und ef horizontal; eben dieß ist bei den beiden parallelen Basen ab und cd der Fall, und die Basen ik und lm sind senkrecht. Wenn man aber durch je zwei parallele einander gegenüberstehende Basen eine Ebene legt, so wird bloß die durch gh und ef gehende horizontal seyn; die durch ab und cd gehende wird vertikal und auf die erstere senkrecht stehen; und die durch ik und lm lie-

*) Die Werthe dieser Winkel sind von Haüy nach seiner Theorie berechnet. Die hingegen von uns für das Rautendodekaeder, das regelmäßige Oktaeder und Tetraeder, und den Würfel angegebenen Werthe können unmittelbar aus der ganzen Symmetrie jedes Krystalls hergeleitet werden.

gende endlich ist gleichfalls vertikal, und auf die beiden ersteren senkrecht *).

Der Gipfel jedes Fünfecks liegt an den Enden einer der Basen. So sind in den beiden Punkten i und k, den Enden der Linie ik (welche gemeinschaftliche Basis der beiden Fünfecke ggiku und epikt ist) die Gipfel der Fünfecke ipabq und ktcdu u.s.w.

Daraus geht hervor, daß die zwanzig (dreiflächigen) Ecken des symmetrischen Pentagonaldodekaeders von zweierlei Art sind. Acht davon, p, q. s, r, und t, u, x, v, sind von drei gleichen ebenen Winkeln gebildet, welche alle Seitenwinkel von aneinanderstoßenden Pentagonen sind; die zwölf anderen Ecken werden von einem Gipfelwinkel und zwei Basiswinkeln der Fünfecke gebildet.

Die acht Ecken p, q, s, r, t, u, x v haben eben dieselbe Lage, wie die acht Ecken des Würfels gegen einander.

Im sechsten Abschnitt (§. 86) werden wir sehen, daß dieser Körper große Beziehungen zum Würfel habe, von dem er auch nur abgeleitet ist.

§. 58. Das Triangulärdodekaeder im Allgemeinen ist ein, aus zwölf, je zwei einander parallelen, und je sechs sich in einem Punkt derselben Axe vereinigenden, Dreiecken gebildeter Körper.

Man unterscheidet den Fall, wo die Dreiecke gleichschenklich sind, gleichschenkliches Triangulärdodekaeder (Fig. 47), und den, wo die Dreiecke ungleichseitig sind, ungleichseitiges Triangulärdodekaeder (Fig. 43). Beide können als dipyramidale Körper, und als zusammengesetzt aus zwei, eine Axe habenden, an ihren Basen vereinigte Pyramiden, betrachtet werden.

---

*) Im Arsenik-Kobalt ist der dreifache, und in allen drei Richtungen gleich deutliche Durchgang diesen drei Ebenen parallel, welches die Identität der relativen Lage der zwölf Flächen bestätigt (siehe §. 34). Dieß Verhältniß zeigt auch, daß der Körper große Aehnlichkeiten in der Symmetrie mit dem Würfel hat, wie man §. 86 sehen wird.

Im gleichschenklichen Triangulärdodekaeder (Fig. 47) ist, wenn alle Flächen gleich gegen die Axe geneigt sind, die gemeinschaftliche Verbindung beider Pyramiden eine auf die Axe senkrechte Ebene; eben so ist es mit den Kanten. Die gemeinschaftliche Basis ist daher ein regelmäßiges Sechseck. So So findet es sich beim Quarz, phosphorsauren Blei u. s. w. Wenn hingegen nicht alle Flächen gleiche Neigung gegen die Axe haben, so ist die gemeinschaftliche Basis nur ein symmetrisches Sechseck; was beim Bleispath der Fall ist.

Beim ungleichseitigen Triangulärdodekaeder (Fig 48) sind die Flächen gleich gegen die Axe geneigt, die Kanten aber ungleich. Nur je drei nicht neben einander liegende Kanten haben eine gleiche Neigung zur Axe. Die weniger zur Axe geneigten Kanten in der oberen Pyramide kommen in der gemeinschaftlichen Verbindung der beiden Pyramiden mit den mehr geneigten Kanten der unteren Pyramide zusammen, und so umgekehrt. Daraus folgt, daß die Neigungswinkel einer Fläche gegen zwei andere angränzende, von zweierlei Art seyen, nämlich abwechselnd, der eine mehr stumpf, der andere weniger. Die Neigungswinkel einer Fläche der einen Pyramide auf die der anderen sind alle gleich. Die gemeinschaftliche Verbindung beider Pyramiden ist also keine Ebene, sondern eine Reihe von Linien im Zickzack, wie man dieß an der oben angezeigten Figur sieht, die einen Krystall des Kalkspaths darstellt.

Es versteht sich, daß, je nachdem Gipfel (oder Scheitel) mehr oder weniger spitz ist, es eine große Anzahl von Triangulärdodekaedern, sowohl gleichschenklige (mit regelmäßiger oder symmetrischer Basis) als ungleichseitige geben kann; es finden sich zuweilen in einer Mineralgattung sogar mehrere Arten desselben. So zeigt der Korund zwei gleichschenkliche Triangulärdodekaeder mit regelmäßiger Basis; so der Kalkspath mehrere ungleichseitige.

Im Verfolge (§. 90) wird man sehen, daß das gleichschenkliche Triangulärdodekaeder mit regelmäßiger Basis vom regelmäßigen sechsseitigen Prisma, oder in manchen Fällen vom Rhomboeder, wie beim Korund, abgeleitet ist (§. 87, 4tens),

und daß das ungleichseitige Triangulärdodekaeder auch nur aus dem Rhomboeder durch symmetrische Modifikationen entstanden ist (§. 87. 3tens); daß endlich das gleichschenkliche Triangulärdodekaeder mit symmetrischer Basis dem symmetrischen sechsseitigen Prisma seinen Ursprung verdanke.

§. 59. Das Triangulärikosaeder ist ein, von zwanzig Dreiecken begränzter, Körper.

Sind diese Dreiecke alle gleichseitig, so entsteht das regelmäßige Ikosaeder der Geometrie, das in allen seinen Ecken vollkommene Identität zeigt.

Unter den Krystallen findet sich diese ganz regelmäßige Gestalt nicht; man kennt hier nur ein symmetrisches Ikosaeder (Fig. 44), das dem Eisenkies und dem Arsenikkobalt zusteht.

Seine zwanzig Dreiecke sind von zweierlei Art; acht sind gleichseitig und zwölf gleichschenklich. Sie vereinigen sich je fünf zur Bildung von einer der zwölf Ecken.

Um die relative symmetrische Lage dieser beiden Arten von Dreiecken besser darzustellen, wollen wir zeigen, wie das Ikosaeder a dem symmetrischen Pentagonaldodekaeder entsteht.

Nach dem oben (§. 57) über die letztgenannte Gestalt Gesagtem, sind die Ecken p, q, s, r, und t, u, x, v, aus den gleichen ebenen Winkeln zusammengesetzt; wenn man also nach der relativen Lage der Pentagone die Diagonalen ib, bg und gi um die Ecke q legt, so werden diese drei Diagonalen gleich seyn. Legt man durch sie eine die Ecke q abstumpfende Ebene, so wird diese Fläche ibg ein gleichseitiges Dreieck seyn. Die Fig. 44, welche das symmetrische Ikosaeder darstellt, ist nichts, als das symmetrische Pentagonaldodekaeder (Fig. 41), das so, an acht Ecken, abgestumpft ist. Die Dreiecke ibg, lbh, laf und iae im oberen Theile und die ihnen parallelen im unteren Theile der Figur sind also gleichseitig.

Die anderen Dreiecke gik, bgh u. s. w. sind gleichschenklich.

Eines dieser Dreiecke bgh ist in seiner wahren Größe

in Fig. 45 gezeichnet, und man sieht, daß es das Dreieck bgh von Fig. 42 ist. Auch eins der gleichseitigen Dreiecke ibg, stellt die Fig. 46 dar.

In dem gleichschenklichen Dreiecke bgh ist der Winkel b = 48° 11′ 20″, und die Winkel g und h jeder = 65° 54′ 20″ *).

§. 60. Das Trapezoeder **) ist ein von vier und zwanzig vierseitigen symmetrischen Flächen begränzter Körper. Es findet sich unter den Krystallen nur eins; alle seine Flächen sind gleich und ähnlich, und gleich gelagert (siehe Fig. 49).

Sind die Flächen gleich groß, wie es fast immer der Fall ist, so haben sie die Gestalt von Fig. 50. Die beiden Winkel β und γ sind einander gleich (82° 15′ 3″); der Winkel a ist spitz (78° 27′ 46″) und der Winkel m stumpf (117° 2′ 8″) ***).

Das Trapezoeder hat sechs und zwanzig Ecken, nämlich acht dreiflächige, m, l, n, o, s, r, v, t, von denen jede aus der Vereinigung dreier, m (Fig. 50) analoger, stumpfer Winkel hervorgeht, und achtzehn vierflächige Ecken, welche von zweierlei Art sind. Sechs, a, b, c, d, e, f, werden durch die Vereinigung vier ebener a (Fig. 50) analoger Winkel, und die zwölf übrigen, mit griechischen Buchstaben bezeichneten, von vier ebenen Winkeln wie β und γ (Fig. 50) gebildet. Die acht dreiflächigen Ecken liegen zu vieren in drei (sechs) gleichen und auf einander senkrechten Ebenen, wie die acht Ecken des Würfels, und wie diese an den Enden von vier gleichen Axen. Eben so sind die sechs vierflächigen durch die ebenen Winkel α gebildeten Ecken, an die Enden dreier gleicher und auf einander senkrechter Axen, wie die sechs Ecken des Ok-

*) Die Werthe dieser Winkel sind abgeleitet von jenen, die im §. 57 angegeben wurden. Siehe die Anmerkung, die sich darauf bezieht.

**) Wir haben diesen Körper Trapezoeder nach der Analogie von Oktaeder, Dodekaeder u. s. w. genennet. Haüy nennt ihn, Körper mit vier und zwanzig trapezoidalen Flächen.

***) Diese und die folgenden genauen Winkelmaaße sind aus den Winkeln des regelmäßigen Rautendodekaeders, mit dem dieser Körper große Beziehungen in der Symmetrie hat, berechnet.

taeders vertheilt; und da diese sechs vierflächigen Ecken, die vier und zwanzig Flächen umfassen, und ein gleiches von den acht dreiflächigen Ecken wahrgenommen wird, so erkennt man leicht die Symmetrie dieses Körpers.

Jede zwei Flächen, $\alpha\beta m\gamma$, $\alpha\delta o\varepsilon$, die einander an einem weniger stumpfen vierflächigen Gipfel α entgegengesetzt sind, bilden einen Neigungswinkel von 109° 28′ 16″, gerade wie zwei, einander an einem vierflächigen Gipfel entgegengesetzte Kanten des regelmäßigen Rautendodekaeders; diese Flächen sind also gegen die Axe um 54° 44′ 8″ wie die Kanten jenes Dodekaeders geneigt (siehe §. 55).

Jede der drei sich an einer dreiflächigen Ecke m verbindenden Flächen $\alpha\beta m\gamma$, $f\gamma m\zeta$, und $c\zeta m\beta$, ist um 70° 31′ 44″ gegen die Axe dieser Ecke geneigt; eben diese Neigung hat die Kante des Rautendodekaeders an einer dreiflächigen Ecke gegen die Axe auf die sie stößt (siehe §. 55).

Aus dieser doppelten Aehnlichkeit folgt, daß die Symmetrie des Trapezoeders auf die des Rautendodekaeders sich gründet; und da alle Kanten dieses Dodekaeders gleich gegen den Mittelpunkt gelagert sind, so müssen auch die Flächen des Trapezoeders eine gleiche Lage gegen einen Punkt haben, welcher Durchschnittspunkt der drei oben angegebenen Axen ist, und als M i t t e l p u n k t des Krystalls betrachtet werden kann.

Weiter unten (§. 85) wird sich zeigen, daß das Trapezoeder wirklich nichts ist, als das Resultat der t a n g e n t a l e n Abstumpfungen der vier und zwanzig Kanten des regelmäßigen Rautendodekaeders.

§. 61. Aus allem in diesem Abschnitte Gesagtem ersah man, daß die neun §. 34 erwähnten geometrischen Hauptpolyeder, welche alle H a u p t g e s t a l t e n der Krystalle umfassen, in mehrere Abänderungen zerfielen. Wir wollen nun in einer Tabelle alle diese Abänderungen der Hauptgestalten zusammenstellen.

Tabelle über die Hauptgestalten der Krystalle.

Tetraeder.		Alle Dreiecke gleichseitig		Regelmäßiges Tetraeder (§. 35, Fig. 9).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis senkrecht auf die Axe.	Seitenflächen auf einander senkrecht.	Durchgänge identisch auf den 3 Flächen.	Würfel (Fig. 10).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis senkrecht auf die Axe.	Seitenflächen auf einander senkrecht.	Zwei Durchg. identisch, in Bezug auf die Seitenflächen.	Gerades rechtwinkl. Prisma mit quadratischer Basis (§. 37, 2tens, Fig. 11).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis senkrecht auf die Axe.	Seitenflächen auf einander senkrecht.	Alle Durchgänge verschieden.	Gerad. rechtwnkl. Prisma mit längl. Basis (§. 37, 3tens, Fig. 12).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis senkrecht auf die Axe.	Seitenflächen nicht senkrecht auf einander.	Seitliche Durchgänge identisch.	Gerad. schiefwkl. Prisma mit gleichs. Basis (§. 38, Fig. 13).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis senkrecht auf die Axe.	Seitenflächen nicht senkrecht auf einander.	Seitliche Durchgänge verschieden.	Gerad. schiefwkl. Prisma mit längl. Basis (§. 38).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis schief auf die Axe.	Neigungswinkel der Basis zu den Seitenflächen alle ungleich.		Recht- od. schiefwinkl Prisma mit schiefer unsymmetrischer Basis (§. 39, Fig. 14).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis schief auf die Axe.	Zwei Neigungswinkel der Basis zu zweien einander gegenüberstehend Seitenflächen gleich.		Recht- od. schiefwinkl. Prisma mit schiefer auf einer Fläche ruh. Basis (§. 40, Fig. 15).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis schief auf die Axe.	Zwei Neigungswinkel, der Basis zu zweien aneinandergränzenden Seitenflächen gleich.		Recht- od. schiefwinkl. Prisma mit schiefer auf eine Kante ruhender Basis (§. 41, Fig. 16).
Parallelepipeda oder vierseitige Prismen.	Basis schief auf die Axe.	Neigungswinkel der Basis zu den Seitenflächen, gleich dem Neigungswinkel der Seitenflächen unter sich.		Rhomboeder (§. 42 und 43, Fig. 17, 18, 19 u. 20).
Oktaeder.		Die drei Durchschnitte auf einander senkrecht,	alle drei rechtwinklich.	Regelmäßig. Oktaeder (§. 45, Fig. 21).
Oktaeder.		Die drei Durchschnitte auf einander senkrecht,	einer rechtwinklich, 2 rhombisch.	Symmetr. Oktaeder mit quadrat. Basis (§. 46, Fig. 22, 23).
Oktaeder.		Die drei Durchschnitte auf einander senkrecht,	alle drei rhombisch.	Symmetr. Oktaeder mit ungleichseit. Dreiecken (§. 47, Fig. 24, 25).
Oktaeder.		Zwei Durchschnitte Rhomben, welche gegen einander geneigt sind, und auf dem dritten, der ein Rektangel ist, senkrecht stehen.		Symmetr. Oktaeder mit rektangulärer Basis (§. 48, Fig. 26).
Sechsseitige Prismen.		Neigungswinkel der Seitenfläch. alle gleich.	Basis senkrecht auf die Axe.	Gerad. regelmäßig. sechsseit. Prisma (§. 54, Fig. 36),
Sechsseitige Prismen.		Neigungswinkel der Seitenfläch. alle gleich.	Basis schief auf die Axe.	Schiefes regelmäß. sechsseit. Prisma (§. 54, Fig. 37).
Sechsseitige Prismen.		Vier Neigungswink. d. Seitenflächen einandee gleich, d. beid. and. v. d. ersteren verschied. u. auch einander gleich.	Basis senkrecht auf die Axe	Gerad. symmetrisch. sechsseit. Prisma (§. 54, Fig. 37).
Sechsseitige Prismen.		Vier Neigungswink. d. Seitenflächen einandee gleich, d. beid. and. v. d. ersteren verschied. u. auch einander gleich.	Basis schief auf die Axe.	Schiefes symmetr. sechsseit. Prisma (§. 54).
Rautendodekaeder.		Alle Neigungswinkel gleich, alle Rhomb. gleich u. ähnl.		Regelmäßiges Rautendodekaeder (§. 55, Fig. 38 u. 39).
Rautendodekaeder.		Nicht alle Neigungswinkel gleich, nicht alle Rhomben ähnlich.		Symmetr. Rautendodekaeder (§. 56, Fig. 38, 39).
Pentagonaldodekaeder.		Nicht regelmäß aber lauter gleich gelagerte Flächen.		Symmetrisch. Pentagonaldodekaeder (§. 57, Fig. 41).
Triangulärdodekaeder.		Alle Flächen gleichschenkl. u. gleiche Dreiecke.		Gleichschenkl. Triangulärdodekaeder (§. 58, Fig. 47).
Triangulärdodekaeder.		Alle Flächen ungleichseit. einander gleiche Dreiecke.		Ungleichseit. Triangulärdodekaeder (§. 58, Fig. 48).
Triangulärikosaeder.		Acht gleichseitige, zwölf gleichschenkl. Dreiecke.		Symmetr. Triangulärikosaeder (§. 59, Fig. 40).
Trapezoeder.		Alle Flächen gleich u. ähnl.		Trapezoeder (§. 60, Fig. 49-

In vielen mineralogischen Werken findet man Krystalle beschrieben als vierseitige, rektanguläre, rhomboidale oder hexagonale Tafeln. Diese Benennungen dienen zur Bezeichnung von ganz niedrigen Prismen gleiches Namens. Sie mögen auch zur Beschreibung von Nutzen seyn, um ganz kurz das Verhältniß zwischen den Dimensionen anzugeben, das in der That bei den Krystallen mancher Gattungen sehr constant ist; wir hielten es aber für unnütz, ihrer in der Reihe der Hauptgestalten Erwähnung zu thun, da diese abgeplatteten oder tafelförmigen Gestalten durchaus den prismatischen Krystallen von derselben Flächenzahl ähnlich sind.

Wir haben auch nicht von dem dreiseitigen Prisma gesprochen, obgleich es sich beim Turmalin findet, wie wir schon (§. 2) gesagt haben, weil dort immer eine Modifikation durch Zuschärfung an jeder der Seitenkanten statt findet (neunseitige Säule, siehe Fig. 66), und man es daher als ein sechsseitiges auf den nicht auf einander folgenden (abwechselnden) Seitenkanten abgestumpftes Prisma betrachten kann.

Eben so glaubten wir auch, das achtseitige Prisma, das bei den Krystallen sehr häufig vorkommt, nicht unter die Hauptgestalten zählen zu dürfen, da man es immer als vierseitiges auf den Seitenkanten abgestumpftes Prisma ansehen kann. Ueberdieß stimmt diese Art, es zu betrachten, auch besser mit der Symmetrie der an diesen Krystallen beobachteten Modifikationen überein.

Man hat am Ende von §. 33 gesehen, daß man, um die Hauptgestalt mancher sehr zusammgesetzter Krystalle zu bestimmen, die aus den anderen Krystallen eben dieses Minerals hergeleitete Analogie zu Hülfe nehmen müsse. Es wäre hier der Ort, einige Beispiele davon zu geben, und zu zeigen, wie man diese Analogie erkennt; wir würden dadurch aber zu großen Weitläuftigkeiten veranlaßt werden. Es soll hier also nur der Fig. 85 dargestellte Krystall erwähnt werden, der vermöge seiner M Fläche auf den Würfel bezogen werden muß, obgleich diese Flächen in Vergleich zu den anderen sehr wenig ausgedehnt sind. Man wird auch sehen (§. 77), daß

dieser Körper durch symmetrische Modificationen einer cubischen Hauptgestalt erzeugt ist.

Es giebt sogar Fälle, wo es vortheilhaft ist, einen Krystall auf eine Gestalt zurückzuführen, die er durch keine Fläche, sondern bloß durch seine Kanten und Winkel anzeigt. So ist z. B. der Fig. 50 dargestellte Krystall aus vier und zwanzig gleichen und gleichschenklichen Dreiecken zusammengesetzt; beim bloßen Ansehn des Krystalls aber nimmt man wahr, daß seine Flächen b, b, b, b, ... sich zu vieren in sechs vierflächigen Ecken vereinigen, was sechs stumpfe Pyramiden mit vier gleichen Flächen giebt, und diese Pyramiden sind so mit einander verbunden, daß ihre zwölf Verbindungslinien sechs rechtwinkliche Ebenen aeoi u. s. w. bilden, welche einander unter rechten Winkeln schneiden. Diese zwölf Linien verhalten sich also wie die zwölf Kanten des Würfels, und man giebt eine genaue und kurze Beschreibung des Krystalls, wenn man ihn als einen Würfel erklärt, dessen Flächen alle durch stumpfe vierflächige Spitzungen ersetzt sind (siehe §. 68). Daß das richtig ist, beweist die Vergleichung von Fig. 80 mit Fig. 79 und mit dem Würfel Fig. 10. Eben so kann man den Fig. 71 dargestellten Krystall auf das regelmäßige Tetraeder zurückführen, was aus der Vergleichung dieser Figur mit Fig. 9 sich ergiebt.

§. 62. Oben wurde (§. 9) gesagt, daß die Krystalle häufig, eine zur Bildung eines Körpers hinlängliche Anzahl von Durchgängen zeigten. Es sind überhaupt zur Einschließung eines Raumes wenigstens vier Flächen nothwendig; da hier aber immer je zwei Flächen einander parallel sind, so sind wenigstens drei Richtungen von Durchgängen erforderlich.

Da man aber stets eine hinlängliche genaue Kenntniß von einem prismatischen Krystallsystem erhält, wenn man auch nur die Seitenflächen des Prismas kennt, so folgt daraus, daß man die, von zwei Durchgangsebenen gebildeten Körper, betrachten kann als solche, die ein vierseitiges Prisma geben, und dieß um so mehr, da die Beobachtung der Symmetrie der Modifikationen (siehe den fünften Abschnitt) fast immer Mittel zur Bestimmung der horizontalen oder schiefen Lage

der Basis durch Analogie darbietet, obgleich diese Lage durchaus nicht vermittelst des Durchgangs gegeben ist.

Man hat gesehen (§. 11), daß wir zuweilen von mehreren Arten von Durchgängen an einer Substanz sprachen. Wenn man sie alle zusammen betrachten würde, so würden daraus im Allgemeinen sehr complicirte Körper der Durchgänge entstehen. Wir ziehen es aber vor, die aus der Verbindung von Durchgangsebenen einer Art hervorgehender Körper allein zu beschreiben, was zur Betrachtung mehrerer Körper der Durchgänge einer Substanz veranlaßt; und diese Abstraktion ist um so natürlicher als diese Körper der Durgänge einer Substanz stets unter sich durch geometrische Verhältnisse verbunden sind, und von einander hergeleitet werden und in einander übergehen können (siehe §. 13), durch gewöhnliche symmetrische Modifikationen.

Die Beobachtung der gleichen oder verschiedenen Lage der gleich oder ungleich deutlichen Durchgangsebenen, in Rücksicht auf die Flächen der Hauptgestalt, hat uns dazu gedient (§. 34), Identitäten oder relative Verschiedenheiten unter den Dimensionen dieser Gestalten kennen zu lernen; und in §. 37 bemerkten wir, daß, in einer prismatischen nicht gleichseitigen Hauptgestalt, die, dem am wenigsten deutlichen Durchgange entsprechende Fläche, als die ausgedehnteste betrachtet werden könne. Mit größerem Grunde können wir die Betrachtungen der gleichen oder verschiedenen Deutlichkeit auf verschiedene Körper anwenden, welche uns zur Darstellung der Durchgangsebenen (einer Art), desselben Minerals, zusammen genommen, dienen; aber ebenso, wie bei den Hauptgestalten, werden wir die Resultate dieser Betrachtungen nur in sofern anwenden, als sie durch ähnliche Verhältnisse in der symmetrischen Vertheilung der Modifikationen sich bestätigen werden (siehe §. 34).

§. 63. Nach diesen Grundsätzen also wollen wir die bis jetzt beobachteten Körper der Durchgänge angeben:

1) Würfel (Fig. 10). Drei gleichdeutliche Durchgänge, die auf einander senkrecht sind. Beispiele: der Bleiglanz, der Arsenikkobalt, der Leucit.

Das letztere Mineral zeigt auch einen zweiten Körper der Durchgänge, der sich auf das regelmäßige Rautendodekaeder bezieht.

2) Gerades Prisma, mit quadratischer Basis (Fig. 11). Drei Durchgänge, von denen zwei gleichdeutlich, alle auf einander senkrecht. Beisp.: der Idokras, der Wernerit (Skapolith).

3) Gerades Prisma, mit rektangulärer Basis (Fig. 12). Drei ungleichdeutliche Durchgänge auf einander senkrecht. Beisp.: der Chrysolith (Peridot), der Wolfram u. s. w.

4) Gerades, schiefwinkliches Prisma, mit gleichseitiger Basis (Fig. 13). Zwei nicht auf einander senkrechte, gleichdeutliche Durchgänge, und ein dritter auf die ersteren senkrecht. Beisp.: der Schwerspath, der Staurolith.

5) Gerades schiefwinkliches Prisma, mit ungleichseitiger Basis Zwei Durchgänge nicht auf einander senkrecht, und ungleichdeutlich; ein dritter auf die ersteren senkrecht. Beisp.: der Epidot.

6) Rektanguläres Prisma, mit schiefer auf einer Fläche ruhender Basis (siehe §. 40, Fig. 15). Zwei Durchgänge auf einander senkrecht; ein dritter auf einem der ersteren senkrecht, gegen den anderen geneigt, und mit diesem, denselben Winkel als mit der Axe bildend. Beisp.: der Tinkal.

7) Schiefwinkliches Prisma, mit schiefer auf eine Kante ruhender Basis (siehe §. 41, Fig. 16). Zwei gleichdeutliche Durchgänge, die nicht perpendikulär auf einander; ein dritter, der mit jedem der ersteren einen gleichen schiefen Winkel bildet. Beisp.: der Augit, die Hornblende.

8) Schiefwinkliches Prisma, mit schiefer unsymmetrischer Basis (siehe §. 39, Fig. 14). Zwei nicht auf einander senkrechte Durchgänge, ungleichdeutlich; ein dritter, verschieden gegen jeden derselben und gegen die Axe geneigt. Beisp.: der Feldspath, der Kupfervitriol.

9) Rhomboeder (siehe §§. 42 u. 43, Fig. 17, 18, 19, 20).

Drei gleichdeutliche, gleich gegen einander und gleich gegen die Axe der Krystalle geneigte Durchgänge. Beisp.: Kalkspath, Korund u. s. w.

10) Regelmäßiges Oktaeder (siehe §. 45, Fig. 21). Vier gleichdeutliche und gleich gegen die Axe geneigte Durchgänge (unter Winkeln von 35° 15′ 51″). so daß jede zwei einander gegenüberstehenden Durchschnittslinien auf einander senkrecht, oder daß die drei Durchschnitte durch die Kanten rechtwinklich und die Flächen gleichseitige Dreiecke sind. Beisp.: der Flußspath, der Diamant.

11) Oktaeder mit quadratischer Basis (siehe §. 46, Fig. 22 u. 23). Vier gleichdeutliche, gleich gegen eine Axe geneigte Durchgänge, so, daß sie gleiche gleichschenkliche Dreiecke bilden, und von den drei Durchschnitten durch die Kanten, einer ein Quadrat und die beiden anderen, gleiche Rhomben sind. Beisp.: der Zirkon, Scheelit (Scheelerz).

12) Okteeder mit ungleichseitigen Dreiecken (siehe §. 47, Fig. 24 u. 25). Vier gleichdeutliche und gleich gegen eine Axe geneigte Durchgänge, doch so, daß sie ungleichseitige Dreiecke bilden, und die drei Durchschnitte durch die Kanten schiefwinklich und ungleich sind. Beisp.: der Schwefel.

13) Oktaeder mit rektangulärer Basis (siehe §. 48, Fig. 26). Vier um eine Axe unter verschiedenen Neigungen gelagerte Durchgänge, je zwei gegenüberstehende gleichgeneigt und gleichdeutlich; woraus folgt, daß die Dreiecke alle gleichschenklich, aber von zweierlei Art sind. Beisp.: der Bleispath, der Bleivitriol, der Salpeter.

14) Regelmäßiges sechsseitiges Prisma (siehe §. 54, Fig. 36). Drei gleichdeutliche, der Axe der Krystalle parallele, sich unter einander in Winkeln von 120° schneidende Durchgänge. Beisp.: der Apatit, der Smaragd.

15) Regelmäßiges Rautendodekaeder (siehe §. 55, Fig. 38 u. 39). Sechs gleichdeutliche, sich zu zweien an jeder Kante unter Winkeln von 120° vereinigende Durchgänge. Beisp.: die Zinkblende.

16) Gleichschenkliches Triangulärdodekaeder (siehe §. 58, Fig. 47). Sechs gleichdeutliche, und, so wie ihre Durchschnittskanten, gegen eine Axe gleichgeneigte Durchgänge; woraus folgt, daß die Dreiecke alle gleichschenklich und gleich sind. Beisp.: der Witherit, das phosphorsaure Blei.

§. 64. Man sieht, daß alle diese Gestalten der Körper der Durchgänge zu den in diesem Abschnitte beschriebenen Hauptgestalten gehören, und daß nur eine kleine Anzahl der in §. 61 begriffenen Hauptgestalten sich nicht hier findet. Deßwegen haben wir bloß diese Körper der Durchgänge kurz aufzählen, und von jedem nur eine gedrängte Beschreibung, mit einigen Beispielen begleitet, geben wollen.

Diese Uebereinstimmung der Körper der Durchgänge bestätigt auch das, was wir vom häufigen Parallelismus der Durchgangsebenen mit verschiedenen existirenden Flächen, sowohl am Krystall selbst, als an anderen Krystallen eben der Substanz sagten; und die Beziehungen zwischen dem Körper der Durchgänge eines Minerals und den verschiedenen Hauptgestalten, die es hat, werden noch deutlicher werden durch das im 5ten und 6ten Abschnitt zu Sagende, über die Symmetrie der Modifikationen, und die Uebergänge aus einer Gestalt in die andere. Zuletzt wird man im 7ten Abschnitt sehen, daß Haüy's Theorie vorzüglich sich auf diese Beziehungen gründet, und daß sie dazu diene, dieselben auf eine genaue Art zu bestimmen.

Vierter Abschnitt.

Von den verschiedenen Arten der Modifikationen, welche man an den Hauptgestalten der Krystalle wahrnimmt.

§. 65. Man sah oben, daß wir zur leichteren Beschreibung der Krystalle, zuerst nur ihre ausgedehntesten Flächen zusammengenommen, oder ihre Hauptgestalten betrachteten; wodurch wir sie auf einfache geometrische Gestalten zurückführen konnten. Jetzt wollen wir uns mit den anderen Flächen beschäftigen, die sich mit den ersteren verbinden, und die Hauptgestalt modificiren.

In diesem Abschnitte wollen wir jene Modifikationen auf eine allgemeine, bei allen Hauptgestalten anwendbare Weise bestimmen; im fünften werden wir alsdann die symmetrischen Gesetze, denen die Modifikationen bei den verschiedenen Gestalten unterworfen sind, prüfen.

Wenn eine kleine Fläche, die nicht zur Hauptgestalt gehört, und die man daher hinzugefügt (additionelle) nennen kann, den Ort einer Kante oder Ecke dieser Gestalt einnimmt, so pflegt man im gemeinen Sprachgebrauch diese Modifikation gewöhnlich auszudrücken, indem man sagt, daß die Kante oder die Ecke abgestumpft sey (tronqué). Gewiß ist diese Idee der Abstumpfung durchaus unrichtig, da diese Kante oder Ecke nie vorhanden war, und also auch nicht abgestumpft worden ist; da aber das Resultat ganz dasselbe, und dieser Ausdruck das relative Verhältniß der hinzugefügten Fläche sehr gut bezeichnet, so ist er ganz allgemein angenommen.

Ebenso sagt man, daß eine Kante oder Ecke durch eine Zuschärfung (biseau) ersetzt sey, wenn an deren Stelle zwei kleine Flächen getreten sind.

Sind es endlich drei oder mehrere Flächen, deren Durchschnittslinien einander nicht parallel sind, sondern die eine Ecke (über einer Ecke oder über einer Fläche der Hauptgestalt)

bilden, so sagt man, daß diese Ecke oder Fläche durch eine Pyramide oder eine Zuspitzung (pointement) ersetzt sey.

Der letztere Ausdruck, der von den deutschen Mineralogen entlehnt ist, könnte zuerst sonderbar scheinen; dennoch hat er den Vortheil, nicht wie das Wort Pyramide die Idee der Endigung durch einen Punkt mit sich zu führen. Uebrigens ist der Ausdruck Pyramide, streng genommen, nicht genau, da er die Existenz einer Basis, die sich hier nicht finden kann, voraussetzt.

Alle Modifikationen der Hauptgestalten können unter die drei Arten: Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung gebracht werden.

Es giebt wohl Gestalten, die verwickeltere Modifikationen haben, als die eben erwähnten; es ist aber, wie man sehen wird, fast immer leicht, sie in mehrere einfache Modifikationen zu zerlegen. Zuerst wollen wir die eben aufgestellten drei Arten der Modifikationen etwas weitläuftiger betrachten.

§. 66. Abstumpfung. Diese Art der Modifikation ist nach der von ihr gegebenen Idee leicht faßlich.

Es ist in jedem Falle wesentlich, die Verhältnisse zwischen der, eine Ecke oder eine Kante abstumpfenden Fläche, und den anliegenden Hauptflächen zu bestimmen.

Wenn diese, eine Kante oder Ecke ersetzende kleinere Fläche gleich gegen die angränzenden Flächen geneigt ist, so werden wir sagen, sie sey tangental (tangente) auf diese Kante oder Ecke; ein Ausdruck, der aus der Vergleichung mit Tangenten an krummen Linien hergenommen ist, von denen man auch sagen kann, sie seyen gegen die, am Berührungspunkte anliegenden Theile der krummen Linie gleich geneigt. Die tangentalen Abstumpfungen, sowohl an einer Kante als an einer Ecke sind unter den Krystallen sehr häufig, und ihre Beobachtung ist zur Bestimmung eines Krystallsystems sehr nützlich *).

---

*) Die tangentalen Abstumpfungen gehören eigentlich sehr häufig anderen Hauptgestalten derselben Substanz an. So sind die tangentalen Abstumpfungen d, d, ... der Kanten des Würfels

Ist die Abstumpfungsfläche nicht gleich gegen die angränzenden Hauptflächen geneigt, so sagt man die Abstumpfung ist schief, alsdann muß man den von ihr mit jeder Fläche gebildeten Winkel bestimmen.

§. 67. Zuschärfung. Mit diesem Worte bezeichnet man zwei, einen Theil der Hauptgestalt ersetzende an einander gränzende kleinere Flächen.

Eine Zuschärfung kann auf einer Kante (siehe Fig. 51) oder auf einer Ecke (Fig. 74), oder auch auf einer Fläche statt finden (Fig. 53).

Zuschärfungskante nennt man die Durchschnittslinie ab der beiden zuschärfenden Flächen (Fig. 51, 52 u. 53); und Zuschärfungswinkel den von diesen Flächen gebildeten Neigungswinkel.

Wenn eine Zuschärfung (Fig. 51) auf einer Kant, der beobachteten Hauptgestalt liegt, so sind die Zuschärfungskanten ab und die Durchschnittslinie der Zuschärfungsflächen mit den angränzenden Ebenen, parallel der Kante, welche zugeschärft ist.

Liegt eine Zuschärfung auf einer Fläche (Fig. 52, 54 u. 55), so können mehrere Fälle statt finden.

Die Kante der Zuschärfung kann den Durchschnittslinien ihrer beiden Flächen mit zwei parallelen, einander entgegengesetzten, Flächen der Hauptgestalt, parallel seyn (Fig. 52), oder sie kann der Diagonale des Queerdurchschnitts des Prismas parallel seyn (Fig. 53). Im ersten Fall sagt man, daß

(Fig. 78) die Flächen des regelmäßigen Rautendodekaeders (Fig. 38). Die tangentalen Abstumpfungen c, c, ... auf den Ecken des Würfels (Fig. 77) sind die Flächen des regelmäßigen Oktaeders (Fig. 21). Die der Kanten einer geraden rhombischen Säule sind die Seitenflächen der geraden rektangulären Säule; die der Scheitelkanten eines Rhomboeders (Fig. 94) sind die Flächen eines anderen Rhomboeders u. s. w. (siehe den 5ten und besonders den 6ten Abschnitt).

Wir fügen noch hinzu, daß die Flächen dieser tangentalen Abstumpfungen sich in einer Substanz bei einer anderen Art von Hauptgestalt als Spitzungsflächen aussprechen können. Die Fig. 69 u. 81 geben davon Beispiele, (zur Erklärung derselben siehe §. 85).

die Flächen der Zuschärfung auf zwei entgegengesetzten Flächen ruhen (siehe §. 40); im zweiten Fall, auf zwei Kanten. Findet keiner dieser Fälle statt, so bemerkt man fast immer, daß die Kante der Zuschärfung parallel ist einer, zuweilen im Krystall existirenden, Fläche, oder deren Vorhandenseyn man der Analogie und dem Krystallsystem gemäß annehmen kann.

Die Kante ab einer Zuschärfung, die die Basis eines Prismas ersetzt, kann auf der Axe des Krystalls senkrecht seyn (wie in der Fig. 52, 53, 55), oder geneigt (wie Fig. 54), was beim Augit statt findet.

Die Neigungen der Zuschärfungsflächen gegen die Flächen oder Kanten der Hauptgestalt, auf denen sie ruhen, kann gleich seyn (wie in Fig. 52, 53 u. 54), oder verschieden wie (Fig. 55) beim Feldspath. Findet sich eine Zuschärfung auf der Base eines Prismas, wie in den angegebenen Figuren, so sagt man, daß die Zuschärfungsflächen gleich oder verschieden gegen die Axe geneigt sind.

Der letztere Fall, wo die Flächen oder Kanten, auf denen sie ruhen, oder gegen die Axe geneigt sind, ist sehr selten, und es ist dann vortheilhafter, jede Fläche der Zuschärfung für sich als Abstumpfung zu betrachten.

Ist die Zuschärfung auf einer Ecke (Fig. 74), so untersucht man, ob jede der Flächen auf einer Kante, wie in der Figur, oder auf einer Fläche ruhet u. s. w.

Es finden sich aber sehr wenig Beispiele von Zuschärfungen auf Ecken; am häufigsten haben sie auf Flächen oder Kanten statt.

§. 68. Zuspitzung. Wir haben gesehen (§. 65), daß man mit diesem Worte die Vereinigung von wenigstens drei Flächen belegt, die einen Theil der Hauptgestalt ersetzen.

Im Allgemeinen hat eine Zuspitzung stets am Ende der Axe, oder einer der Axen der Hauptgestalt statt.

Die Anzahl der Flächen einer Zuspitzung ist in der Regel gleich der Zahl der Flächen der Hauptgestalt, welche in Rücksicht auf die Axe ähnlich liegen. In manchen Fällen ist sie die Hälfte oder das Doppelte davon. Finden diese Verhältnisse nicht statt, so kann man voraussetzen, daß es unter den

Flächen der Hauptgestalt, welche man für ähnlich hielt, manche giebt, die Charaktere zeigen, verschieden von denen der übrigen.

Alle Flächen einer Zuspitzung sind im Allgemeinen gleichgeneigt gegen die Axe, auf welcher die Zuspitzung steht. Ist dieß nicht der Fall, so betrachtet man die Zuspitzungsflächen besser als eine Vereinigung von Abstumpfungen und Zuschärfungen.

Aus dem eben Gesagten und dem vorhin über die Zuschärfung Erwähnten (§. 67) wird man die verschiedenen Arten der Zuspitzung leicht begreifen können.

Die Fig. 70 zeigt ein Tetraeder, welches an jeder Ecke mit drei auf den Kanten aufsitzenden (ruhenden) Flächen t, t, ... zugespitzt ist.

Die Fig. 56 ist ein sechsseitiges Prisma (Kalkspath), in dem die Basis durch eine dreiflächige Zuspitzung r, r, ... ersetzt ist, deren Flächen auf drei abwechselnden Seitenflächen aufgesetzt sind.

Die Fig. 57 u. 58 sind vierseitige Prismen, deren Basen eine vierflächige Spitzung tragen (Enden mit 4 Flächen zugespitzt); in Fig. 57 ruhen die Flächen der Spitzung auf den Seitenflächen, und in Fig. 58 auf den Seitenkanten.

Die Fig. 59 u. 60 stellen sechsseitige Säulen dar, an deren Enden sich Zuspitzungen durch sechs Flächen, die auf die Seitenflächen aufgesetzt sind, befinden. Im beiden sind die Flächen gleich gegen die Axe geneigt; es findet aber der Unterschied statt, daß in Fig. 59 auch alle Kanten gleich gegen die Axe geneigt sind, während sie in Fig. 60 mit der Axe zwei Arten von Winkel bilden. Die Symmetrie, welche zwischen den verschiedenen Neigungen der letztern Spitzung statt findet, ist der beim ungleichseitigen Triangulärdodekaeder gleich (siehe §. 58).

Die Fig. 71 ist ein regelmäßiges Tetraeder, dessen sämmtliche Flächen durch eine dreiflächige Zuspitzung t′, t′, ..., die von den Kanten ausgeht, ersetzt sind. Man begreift, dem Bau des Tetraeders zufolge (§. 35), daß auch hier die Zuspitzung am Ende einer Axe statt habe.

Eben dieß ist in Fig. 81 der Fall, wo die Spitzung t, t, ... auf jeder der acht Ecken des Würfels statt findet, oder, was dasselbe ist, an beiden Enden jeder der vier Axen.

Man begreift, daß die Zuspitzungen, welche an den Oktaedern und anderen pyramidalen Körpern so viele Aehnlichkeit haben, nicht immer sich in einen Punkt, sondern zuweilen auch in eine Linie enden, wie man Fig. 61 sieht, die nichts als die in die Breite gezogene Fig. 59 ist.

§. 69. Alle von uns in den vorhergehenden §§. so eben erwähnten Krystalle sind sehr einfach. Wir mußten solche auswählen, um die Abänderungen, welche die Modifikationen der Hauptgestalten zeigen können, deutlicher zu machen; die Natur aber bietet uns sehr oft verwickeltere Krystalle dar. Dennoch wird man ihre Symmetrie gewiß fassen, und sie beschreiben können, wenn man ihre Flächen alle auf die drei erwähnten Arten von Modifikationen (Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung) zurückführt. Zu diesem Zwecke muß man die Flächen von ähnlicher Lage beobachten, und aus ihnen, so zu sagen, Gruppen bilden, welche man nach und nach beschreibt, indem man die zwischen ihnen stattfindenden Verhältnisse angiebt. So z. B. in Fig. 62, wo eine Kante des Prismas durch drei kleinere Flächen t, o, t, ersetzt ist, so daß die beiden Flächen t, t, gleich gegen die ihnen anliegenden Seitenkanten geneigt sind, und eine Zuschärfung bilden, deren Kante aber durch die Fläche c wieder abgestumpft ist.

In Fig. 63 ist die Basis eines schiefwinklichen vierseitigen Prismas durch vier gegen die Axe geneigte Flächen, deren Durchschnittslinien einander parallel sind, ersetzt; aber die beiden Flächen s, s haben einerlei Neigung, ebenso die Flächen n, n unter sich. So kann man also sagen, daß die Flächen n, n eine Zuschärfung bilden, und die Flächen s, s eine zweite schärfere, oder besser, eine doppelte Abstumpfung zweier entgegengesetzter Ecken habe Statt.

In Fig. 64 (eine Form des Zinnsteins) ist eine quadratische Säule, die sich durch eine spitzige symmetrische Zuspitzung durch acht Flächen m, m, ..., je zwei den Seitenflächen entsprechend, endigt; der Gipfel dieser Zuspitzung ist durch

eine zweite vierflächige Spitzung o, o . . . ., deren Flächen auf den stumpfsten Kanten der ersteren Zuspitzung ruhen, ersetzt.

Wir wollen diese Beispiele nicht vervielfältigen; sie reichen hin, um eine Vorstellung von der Art, wie man in den verschiedenen Fällen zu Werke geht, zu geben. Uebrigens wird man sogleich sehen, daß man viele Mittel hat, sich in dieser Art von Untersuchungen zu helfen, durch die Kenntniß der symmetrischen Gesetze, welche die Natur bei den Modifikationen der Krystalle befolgt.

Fünfter Abschnitt.

Gesetze der Symmetrie, welche bei der Vertheilung der Modifikationen der Hauptgestalten statt finden.

§. 70. Wir sind noch weit entfernt eine genaue Kenntniß desjenigen zu besitzen, was bei der Krystallisirung vor sich geht; wenn sie aber, was jetzt aller Physiker Meinung ist, von der Kraft der gegenseitigen Anziehung der ähnlichen Theilchen einer Substanz abhängt, welche bei Bildung jeder einzelnen verschiedenen Krystallform dieser Substanz, durch zufällige Ursachen modificirt worden, so sind wir genöthigt, zu glauben, daß diese zufälligen Ursachen, obgleich sie veränderlich sind, stets solche Resultate geben müssen, welche mit dem in naher Beziehung stehen, welches von den unverändert und alleinwirkenden Abtraktionskräften der Massentheilchen hervorgebracht wird; oder, daß diese Resultate eigentlich mehr oder weniger deutliche Spuren der Thätigkeit jener Kräfte an sich tragen müssen. Der Krystallkörper, den die sich selbst überlassenen, und von fremden Einfluß freien Massentheilchen einer Substanz bilden würden, muß, so zu sagen, nothwendig seinen Typus allen anderen, von der Substanz in verschiedenen Umständen annehmbaren Krystallgestalten ausdrücken.

Ohne vorurtheilen zu wollen über die Bestimmung dieses Krystallkörpers, den man als Typus aller von einer Gattung annehmbaren Gestalten ansehen kann, ist es doch nicht unnatürlich, wenn man der Meinung Raum giebt, daß irgend eine Hauptgestalt, die ganz ohne alle Modifikationen (Abstumpfung, Zuschärfung, Zuspitzung) ist, als das materielle Resultat eines gewissen mechanischen Systems von Kräften betrachtet werden kann, und daß Modifikationen, wie z. B. Abstumpfungen ꝛc. das Resultat einer anderen zufälligen Kraft sey; die ihre Thätigkeit mit der der ersteren verbindet, ohne dieselbe zu zerstören. Daher läßt sich erwarten, daß außerordentliche und daher sehr seltene Störungen ausgenommen, diese zufällige Kraft gleich und auf gleiche Weise auf die ähnlichen Theile des ersten Resultats, habe wirken müssen, nämlich, auf die ähnlichen und gleichgelagerten Theile (Kanten, Ecken oder Flächen) dieser Hauptgestalt; daß folglich alle Flächen, Kanten oder Ecken, die in dem, an dieser Hauptgestalt erkannten, geometrischen System gleichgelagert sind, zugleich und auf dieselbe Art modificirt seyen, während im Gegentheil die verschieden gelagerten Theile nicht alle zugleich, oder wenigstens auf verschiedene Weise verändert sind. Streng genommen ist dieß eine bloße Vermuthung; aber vielleicht die wahrscheinlichste, welche man aufstellen kann.

Wendet man diese Ideen auf die verschiedenen von uns beschriebenen Hauptgestalten an, so findet sich obige Vermuthung bestätigt, indem die bei jeder Hauptgestalt stattfindenden Modifikationen wirklich eine symmetrische Anordnung zeigen, die in Beziehung steht mit jener, die wir an der Hauptform selbst beobachtet haben. Wenigstens ist dieß das Resultat aller der genauesten bis jetzt an den Krystallen angestellten Beobachtungen. Ohne Zweifel wird man Ausnahmen hiervon auffinden; diese außerordentlichen Fälle können aber nur das Vorhandenseyn von einzelnen die allgemeinen symmetrischen Gesetze verwirrenden Bedingungen beweisen.

§. 71. Zuerst wollen wir die drei regelmäßigen Körper der Geometrie, welche Hauptgestalten sind, untersuchen;

nämlich: das regelmäßige Tetraeder (§. 35), den Würfel (§. 37), und das regelmäßige Oktaeder (§. 45).

Der regelmäßige Bau dieser Gestalten zeigte sich zuerst durch die genaue Uebereinstimmung der durch mechanische Messungen erhaltenen Werthe ihrer Winkel, mit denen der gleichnamigen Körper in der Geometrie und durch die Gleichheit dieser Winkel unter sich, sowie durch die Identität der Lage jeder Fläche in Rücksicht auf die Durchgänge.

Wenn die von uns im vorigen §. a priori aufgestellte Vermuthung wahr ist, so dürfen wir in jeder der drei genannten Hauptgestalten nur solche Modifikationen antreffen, welche zugleich und auf identische Art, entweder auf allen Ecken, oder auf allen Kanten, oder allen Flächen statt haben.

Das bloße Betrachten der Fig. 67 bis 71 für das Tetraeder, der Fig. 72 bis 75 für das regelmäßige Oktaeder, und der Fig. 77 bis 81 für den Würfel, welche alle wirklich vorhandene Krystalle darstellen *), und deren Zahl wir noch hätten vervielfältigen können, reicht schon hin, um zu zeigen, daß in diesen drei regelmäßigen Hauptgestalten stets identische Modifikation bei der Lage nach identischen Theilen statt finden. So findet sich die von uns a priori aufgestellte Muthmaßung realisirt, und die von uns für diese Gestalten angenommene Regelmäßigkeit vollkommen bestätigt.

§. 72. Das regelmäßige Rautendodekaeder hat, wie wir gezeigt haben, alle seine Kanten ähnlich gelagert, und in gleicher Entfernung vom Mittelpunkt (§. 55); seine Ecken sind von zweierlei Art, sechs vierflächig und acht dreiflächig.

Die Fig. 87, die dem Granat, und die Fig. 88 u. 89 die dem Spinell angehören, verglichen mit dem Dodekaeder der Fig. 38, zeigen, 1) daß alle Kanten zugleich und auf gleiche Weise modificirt sind (Fig. 87); 2) daß eben dieß der Fall ist

---

*) Die Tetraeder gehören dem Fahlerz an; die meisten Würfel und Oktaeder dem Flußspath und dem Bleiglanz; der Würfel (Fig. 81) gehört dem Analcim, und das Oktaeder (Fig. 74) dem Eisenkies zu.

mit den acht dreiflächigen Ecken (Fig. 88); daß aber die Abstumpfung dieser Ecken nicht die der sechs vierflächigen Ecken mit sich bringt, welche, wenn sie auch Modifikationen erlitten haben, doch immer auf andere Weise modificirt sind, wie wie man in Fig. 89 sieht, wo jede von ihnen eine vierflächige Spitzung trägt.

Die Symmetrie der Modifikationen des regelmäßigen Rautendodekaeders ist also ganz gleichmäßig mit der Symmetrie seines Baues.

Vom Trapezoeder wollen wir hier gar nicht sprechen, weil man nur eine Modifikation desselben kennt; es findet hier auch dieselbe Symmetrie statt.

Es verdient hier noch bemerkt zu werden, daß in allen diesen Beispielen von Modifikationen der vier regelmäßigen Hauptgestalten, die Abstumpfungen stets tangental sind (siehe §. 66 und §. 85).

§. 73. Am Rhomboeder findet dieselbe Symmetrie statt, und wird durch eine große Anzahl von Beispielen bestätigt, da diese Gestalt sehr häufig ist, und eine große Verschiedenheit von Modifikationen zeigt.

Nach den auseinandergesetzten geometrischen Eigenthümlichkeiten dieses Körpers (§§. 42 u. 43) folgt, daß die Modifikationen, wenn sie mit dem Baue in symmetrischem Verhältnisse seyn sollen, gleich statt finden müssen, entweder auf beiden Scheiteln a und s (Fig. 19 u. 20); oder auf die sechs Randkanten m, i, e und n, r, o; oder auf den sechs Scheitelkanten am, ai, ae, sn, sr, so; oder endlich auf den sechs Randkanten mr, re, eo. oi, in und nm.

Die Figuren 28 und 90 bis 98, welche Krystalle des Kalkspaths darstellen (die Fig. 95 ausgenommen, welche Eisenglanz ist), geben Beispiele, wo diese Bedingungen erfüllt sind; und dieß findet sich bei allen Krystallen, welche man den Winkeln und Durchgängen zufolge für Rhomboeder halten muß.

§. 74. Jetzt wollen wir nun alle (§. 36 bis 41) beschriebenen vierseitigen Prismen, mit Ausnahme des Würfels (§. 71), durchgehen; und in einer jeden die relative Lage seiner Theile untersuchen. In allen liegen die Seitenkanten

anders als die Endkanten (die der Basis); bald aber sind alle Seitenkanten der Lage nach identisch, bald sind sie von zweierlei Art. Eben dieß gilt von den Kanten der Basis. Auch die Ecken können entweder der Lage nach alle identisch seyn, oder sie können zwei, ja auch mehrere verschiedene Lagen haben*).

In dem geraden (rechtwinklichen) Prisma mit quadratischer Basis (Fig. 11) sind die vier Seitenkanten der Lage nach identisch; ebenso die Endkanten und die Ecken; die Modifikationen zeigen daher gleichfalls diese Identität der Lage. Ein Beispiel giebt die Fig. 99, welche dem Idokras angehört, wo jede der Flächen d gleich gegen die beiden ihr anliegenden Seitenflächen M geneigt ist, während jede der Flächen o mehr geneigt ist gegen die Basis P als gegen die Seitenfläche M.

In dem geraden rechtwinklichen Prisma mit länglicher Basis (Fig. 12) sind die Seitenkanten und Ecken identisch; die Endkanten ae, eo. Der Krystall des Peridots (Fig. 100) ist auch so modificirt, indem die drei Abstumpfungen d, k, n an den drei Arten von Kanten verschieden gegen die beiden ihnen anliegenden Flächen geneigt sind.

In der geraden rhombischen Säule (Fig. 13) sind alle Kanten der Basis identisch; aber die beiden sich entgegengesetzten stumpfen Seitenkanten er und in, und die sie begränzenden Ecken sind verschieden von den scharfen Seitenkanten am und os, und den diesen entsprechenden spitzen Ecken. Der Krystall (Fig. 102), ein Topas, ist diesen symmetrischen Verhältnissen zufolge modificirt.

Wenn man annimmt, daß das Prisma (Fig. 13) eine Abstumpfung auf der Kante er und der ihr entgegengesetzten, erlitten hat, so bekömmt man ein gerades symmetrisches sechsseitiges Prisma (Fig. 37); die allgemeine Symmetrie des Körpers bleibt ganz dieselbe, und also auch

---

*) Wir erinnern, daß wenn wir von identischer oder verschiedener Lage der Kanten oder Ecken sprechen, wir darunter verstehen, daß sie in Rücksicht auf die Axe oder Durchgänge gleich oder verschieden gelagert sind.

die der Modifikationen, wovon man in der Fig. 102, die dem Bleispath angehört, ein Beyspiel sieht.

§. 75. Das vierseitige Prisma mit schiefer auf einer Kante ruhender Basis (Fig. 16) hat zuerst, wie die vorhergehende Gestalt, zweierlei Arten von Seitenkanten; die Ecken a und o sind einander gleich, i und e aber sind sowohl unter sich als von den ersteren verschieden; folglich sind die gleich gelegenen Kanten ai, io ....., von den Kanten ae und eo der Lage nach verschieden.

Daraus folgt, daß die Modifikationen des Gipfels, um symmetrisch zu seyn, immer in den beiden Hälften des Krystalls, (die man erhält, indem man denselben vermittelst einer, durch die zwei Kanten am und os gehenden senkrechten Ebene durchschnitten annimmt) verschieden seyn müssen.

Aehnliche Bemerkungen könnten wir über den Bau des symetrischen sechsseitigen Prismas mit schiefer Basis machen (das man sich durch die Fig. 37 dargestellt denken kann), weil auch dieses Prisma zu betrachten ist, als entstanden aus dem Prisma Fig. 16 durch Abstumpfung an zwei gegenüberstehenden Kanten, er und in, oder am und os vermittelst tangentaler Ebenen.

Wenn das schiefwinkliche Prisma mit schiefer auf einer Kante ruhender Basis (Fig. 16) zugleich auf seinen vier Seitenkanten durch tangentale Ebenen abgestumpft wäre, und die Abstumpfnngen bis zum gänzlichen Verschwinden der Flächen des Prismas reichen würden, so erhielt man das vierseitige Prisma mit schiefer auf einer Fläche ruhender Basis (Fig. 15), an das wir ähnliche Schlüsse reihen könnten.

Die Krystalle der Hornblende, und vorzüglich die des Augits geben uns zahlreiche Beispiele, bei denen man die Modifikationen stets dieser Symmetrie unterworfen sieht; so daß die an den verschiedenen Theilen der Basis statt findenden, der erwähnten Abtheilung des Krystalls, in zwei Hälften, gemäß, geordnet sind.

Die Fig. 103 ist ein der Hornblende angehöriges schiefes schiefwinkliches Prisma; die Fig. 104 ein schiefes

sechsseitiges Prisma des Augits. Ebenso Fig. 105, welche entweder ein schiefwinkliches Prisma mit schiefer auf einer Kante ruhender Basis P seyn kann (wenn die Seitenflächen M größer sind als die Flächen r), oder, (im entgegengesetzten Falle) ein rechtwinkliches Prisma mit schiefer auf einer Fläche r ruhender Basis P. Da die auf der Rückseite des Krystalls befindlichen Flächen des oberen Gipfels, ganz denen der vorderen Seite am unteren Gipfel (u, u, k, k und t) gleich sind, so erkennt man deutlich den Unterschied der Modifikationen in beiden Hälften, des, durch eine senkrechte, der Fläche r parallele Ebene, der Annahme nach, getheilten Krystalls.

Das vierseitige Prisma mit schiefer unsymmetrischer Basis (§. 39, Fig. 14) hat offenbar jede der vier Kanten und jede der Ecken der Basis anders gelagert. Die Krystalle des Kupfervitriols zeigen Modifikationen, die der nämlichen Unregelmäßigkeit unterworfen sind.

§. 76. Wir haben die verschiedenen symmetrischen Oktaeder mit hinlänglicher Weitläuftigkeit (§§. 46 bis 48) beschrieben. Ihre Modifikationen liegen ganz den dort angegebenen Verhältnissen gemäß.

Im symmetrischen Oktaeder mit quadratischer Basis (§. 46, Fig. 22 u. 23) sind die oberen Kanten und die Gipfelecke anders modificirt, als die Kanten und Ecken der Basis. (Siehe das Oktaeder des Scheelerzes Fig. 108.)

Im symmetrischen Oktaeder mit ungleichseitigen Dreiecken (§. 47, Fig. 24 u. 25) sind die Modifikationen der Ecken nur an beiden Enden einer Axe gleich. Die Modifikationen an den Kanten sind nur bei den, einen Hauptschnitt bildenden, gleich. (Siehe die Fig. 109 u. 110 die dem Schwefel angehören.)

Im symmetrischen Oktaeder mit länglich rechtwinklicher Basis (§. 48, Fig. 26), sind die vier Ecken der Basis immer zugleich und auf gleiche Art modificirt; aber je zwei gegenüberstehende Kanten der Basis sind

von den beiden anderen unabhängig. (Siehe die Fig. 111, die dem Bleivitriol angehört.

§. 77. Die relative Lage der verschiedenen Theile des regelmäßigen sechsseitigen Prismas ist zu leicht faßlich, als daß wir sie hier noch auseinander setzen sollten. Alle Kanten der Basis werden im Allgemeinen zugleich und auf gleiche Weise modificirt; ebenso alle Seitenkanten und Ecken. (Siehe die Fig. 106 u. 107, Apatit.)

Dennoch ereignet es sich zuweilen, daß die Kanten der Basis nicht alle zugleich modificirt werden. Dieß findet in Fig. 56 statt, wo drei nicht an einander gränzende Seitenflächen, eine Fläche der Spitzung tragen. In diesem Falle nimmt man aber insgemein wahr, daß der Körper einen dreifachen rhomboedrischen Durchgang hat; und es ist auch das Rhomboeder, welches hier seinen symmetrischen Charakter offenbart, da das regelmäßige sechsseitige Prisma aus dem Rhomboeder durch symmetrische Modifikationen, wie man bald sehen wird (§. 87), hervorgehen kann.

Was wir vom symmetrischen sechsseitigen Prisma (§. 54) sagten, als wir es auf das schiefwinkliche Prisma zurückführten (§. 74), reicht schon zur Kenntniß der Symmetrie seiner Modifikationen hin.

§. 78. Das symmetrische Rautendodekaeder kann, wie wir oben (§. 56) gesagt haben, der Verhältnisse zwischen seinen Ecken wegen, bald als ein auf allen Randkanten stark abgestumpftes Rhomboeder, oder als ein sechsseitiges Prisma, mit drei, auf den abwechselnden Seitenkanten aufsitzenden, Flächen zugespitzt, betrachtet werden; bald als ein an allen Ecken der Basis abgestumpftes quadratisches Oktaeder, oder auch als gerades rechtwinkliches Prisma mit quadratischer Basis, mit vier auf den Seitenkanten aufsitzenden Flächen zugespitzt. Auch nehmen die wenigen Modifikationen, die man an dieser Hauptgestalt bemerkt, stets an der Symmetrie eines der Körper, auf die man es bezieht, Theil.

§. 79. Die geometrische Darstellung, die wir vom Bau des symmetrischen Pentagonaldodekaeders gege-

den haben (§. 57, Fig. 41) deutet auch schon hin auf die bei der Modifikation dieser Gestalt herrschende Symmetrie; und schon die Art und Weise, wie das Triangularikosaeder aus ihm entsteht, giebt ein interessantes Beispiel seiner Symmetrie (§. 59), da die acht, von drei gleichen ebenen Winkeln gebildeten, Ecken alle zugleich und auf gleiche Art abgestumpft sind, und ihre Abstumpfung nicht die der zwölf anderen Ecken mit sich bringt.

Die Fig. 82 zeigt auch, daß die drei Kanten (oder Basen) ab, ik, gh (Fig. 41) und die ihnen parallelen, zugleich und ähnlich abgestumpft sind.

Eben die Symmetrie muß also auch in den Modifikationen des Triangulär-Ikosaeders (Fig. 44) herrschen, da es nur vom Pentagonal-Dodekaeder abgeleitet ist; was man auch in Figur 83, welche dieselben Modifikationen oder dieselben kleinen M Flächen, wie die Fig 82 zeigt, wahrnimmt. Man sieht auch in Fig. 84 jede der acht gleichseitigen Dreiecke des Ikosaeders durch eine dreiseitige Pyramide f, f, f ersetzt, während die zwölf gleichschenklichen Dreiecke e unverändert geblieben sind.

Nimmt man an, daß kleine M Flächen (Fig. 83) sich in einem Ikosaeder mit den kleinen f Flächen (Fig. 84) vereinigt haben, und daß diese verschiedenen Flächen sich bis zum gänzlichen Verschwinden der gleichschenklichen Dreiecke verlängern, so würde man ein Polyeder (Fig. 85) mit dreißig Flächen (24 f und 6 M) erhalten, das man Triakontaeder genannt hat. Die verschiedenen so eben erwähnten Modifikationen finden sich beim Eisenkies.

§. 80. Das gleichschenkliche Triangulärdodekaeder (§. 58, Fig. 47) wird offenbar auch auf gleiche Weise an allen Kanten der gemeinschaftlichen Base modificirt werden. Ist dieß dann eine der Axe parallele Abstumpfung, wie es seyn muß, so erhält man ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma. Diese, übrigens seltene Hauptgestalt zeigt auch Modifikationen, ganz analog denen des regelmäßigen sechsseitigen Prismas, aus dem es durch einfache Modifikation an den Kanten der Basis entsteht.

Indessen trifft es sich zuweilen, daß die Modifikationen nicht identisch sind, sondern daß sie dreien, nicht an einander liegenden Gipfelkanten entsprechen, wie man es in Fig. 112 (Korund) sieht, wo auch der Gipfel abgestumpft ist. Dieß ist eben der beim regelmäßigen sechsseitigen Prisma (§. 77) bemerkte Fall, und er deutet auf Charaktere des Rhomboeders im Krystalle hin, von dem auch diese beiden Gestalten durch Modifikationen, die mit der Symmetrie des Rhomboeder-Baues im Einklange stehen, abgeleitet werden können.

§. 81. Eben diese Art der Modifikation auf drei nicht an einander liegenden Gipfelkanten muß auch nothwendiger Weise immer statt haben, im ungleichseitigen Triangulärdodekaeder (§. 58, Fig. 48), was man aus dem, über dessen Bau Gesagten schließen kann. Auch wird man weiter unten sehen, daß diese Hauptgestalt nur Substanzen mit rhomboedrischem Krystallsystem zukömmt. Die Fig. 113 stellt einen der von Fig. 48 abgeleiteten Krystalle dar, der auf dreien, abwechselnd genommenen Gipfelkanten (den am meisten stumpfen), und auf allen Ecken der gemeinschaftlichen Verbindung der zwei Pyramiden abgestumpft ist.

§. 82. Wir haben nun alle Hauptgestalten durchgegangen, und haben an allen, den von uns (§. 70) aufgestellten Grundsatz bewährt gefunden, daß ihre Modifikationen stets einer, der ihres Baues ähnlichen Symmetrie unterworfen sind.

Es finden jedoch einige Abweichungen hiervon statt.

1) In den durch Wärme elektrischen Krystallen sind die Modifikationen an beiden Enden der Axe einander nicht gleich, wie man dieß an einem Krystalle des Turmalins (Fig. 65) und an einem des Boracits (Fig. 86) sieht.

Am ersteren, endigt sich der obere Gipfel des regelmäßigen sechsseitigen Prismas s, s, s durch eine dreiflächige Spitzung o. o, o, worüber sich noch eine zweite P, P, P findet; während der untere Gipfel, die dreiflächige P-Spitzung, und darauf noch eine andere n, n, n trägt

Am zweiten, sieht man einen Würfel, dessen Kanten zwar alle abgestumpft sind durch die Flächen d, d . . . . , wie

man in Fig. 78 sieht, wo aber nur die Hälfte der Ecken, nämlich von je zwei an den Enden einer Axe liegenden, immer nur eine durch Abstumpfung modificirt worden.

An Fig. 65 bemerkt man auch, daß nur drei Seitenkanten des sechsseitigen Prismas durch die Fläche l abgestumpft sind. Diese l-Flächen sind es, welche, wenn sie mehr Ausdehnung erhalten (wie in Fig. 66), dem Prisma die trianguläre Gestalt geben.

Da aber alle diese Abweichungen mit der elektrischen Eigenthümlichkeit, wie wir oben (§. 2) schon sagten, wesentlich zusammenhängen, so können sie die allgemeine Regel nicht umstoßen.

2) An manchen durch Wärme nicht elektrischen Krystallen bemerkt man, daß Abstumpfungen nicht zugleich an allen der Lage nach identischen Kanten oder Ecken statt haben. Eine Abweichung der Art findet Statt an dem von Haüy rhombifère genannten Quarzkrystall (Fig. 6 in dessen Traité). Wir halten es für unnütz, hier uns in eine genaue Beschreibung desselben einzulassen; sondern bemerken nur, daß diese Anomalie durchaus nicht constant ist an den Gattungen, an welchen sie sich zeigt, und daß sie bis jetzt keiner Regel unterworfen zu seyn scheint. Uebrigens zeigen eben diese Gattungen auch Krystalle, wo alle Flächen der Symmetrie gemäß vorhanden sind. Alles veranlaßt uns also, zu muthmaßen, daß diese Abweichung von zufälligen Umständen abhängt; und da sie auch sehr selten ist, so kann sie durchaus keine Einwendung gegen den Grundsatz der Uebereinstimmung zwischen der Symmetrie der Modifikationen und der des Baues der Hauptgestalten abgeben; dieser Grundsatz kann also sowohl wegen der kleinen Anzahl von Ausnahmen, als auch deren Unbeständigkeit wegen, als allgemein betrachtet werden.

§. 83. Es ist indessen bei der Beobachtung der Krystalle im ersten Augenblick oft mühsam, diese Symmetrie wahrzunehmen; dieß kömmt fast immer daher, daß man bei Bestimmung der Hauptgestalten Irrthümer begangen hat, besonders, wenn man gänzliche Gleichheit dieser oder jener, dem Werthe nach sehr ähnlicher Winkel annahm, oder wenn man

unter den Hauptgestalten, denen ein Krystall angehören kann, schlecht wählte. Dieß kann sich öfters ereignen, so lange man in der Beobachtung der Krystalle noch nicht geübt ist, besonders derjenigen, wo die Flächen, die zugleich betrachtet werden müssen, sehr verschiedene Größe haben. Alsdann muß die Beobachtung der Symmetrie der Modifikationen zur Auffindung der wahren Hauptgestalt und des Baues derselben dienen, welcher, wie man im dritten Abschnitt sah, immer mit jener Symmetrie, die zur Auffindung der Hauptgestalt am sichersten leitet, im Verhältniß steht. Wenn z. B. die Neigungswinkel, die das Goniometer (wahrnehmbar wenigstens) als gleich zeigte, gleichen bemerkbaren Modifikationen entsprechen, die auch noch zugleich constant statt finden, so kann man von der Gleichheit der gemessenen Winkel vollkommen überzeugt seyn.

Diese symmetrische Lagerung der Modifikationen der Hauptgestalten, die wir in diesem Abschnitt im Allgemeinen vortrugen, ist nichts als eine Folge des von Haüy entdeckten Symmetrie-Gesetzes, welches er als eine der vorzüglichsten Grundlagen seines Systems aufstellte. Daraus folgt, daß alle von ihm bekannt gemachten krystallographischen Resultate, und die zahlreichen daraus hervorgegangenen mineralogischeu Entdeckungen, Folge einer sorgfältigen Beobachtung der verschiedenen besonderen Bedingungen dieses Symmetrie-Gesetzes sind; was dessen Wichtigkeit hinlänglich beurkundet. Wir haben es hier nach der Beschreibung der Hauptgestalten folgen lassen, um alles zur Kenntniß der Krystalle Nöthige zusammen zu stellen; und überdieß schien es uns vortheilhafter, dasselbe so, wie es die reine und einfache Beobachtung der Natur bietet, frei von aller theoretischer Meinung darzustellen.

Sechster Abschnitt.

Uebergänge von einer Hauptgestalt in mehrere andere, durch die Symmetrie der Modifikationen erzeugt. Daraus hervorgehende Folgerungen für die Bestimmung des Krystallsystems einer jeden Mineralsubstanz. Nützlichkeit der Wahl einer Grundgestalt.

§. 84. Begreiflich können in manchen Fällen die von den Modifikationen herrührenden Flächen viel ausgedehnter als die der Hauptgestalt seyn, und letztere sogar ganz verschwinden lassen. Alsdann bilden jene Flächen eine neue Hauptgestalt, die man als abgeleitet von der ersteren betrachten kann, weil deren Bau aus dem der ersteren folgt. So z. B. wenn in dem Krystall (Fig. 59) die obere sechsflächige Spitzung sich mit der unteren verbindet so wird das regelmäßige sechsseitige Prisma verschwinden, und der Körper ein gleichschenkliches Triangulärdodekaeder werden (Fig. 47).

Es muß nun gezeigt werden, welche der Hauptgestalten durch Symmetrie ihrer Modifikationen von einander abgeleitet werden können. Auch diese Uebergänge werden das Gesetz des Ebenmaaßes im Bau der Krystalle bekräftigen; und diese Ableitungen sind es auch, woraus sich erklären läßt, daß manche Mineralgattungen mehrere Hauptgestalten zeigen, wie wir oben (§. 4) erwähnt haben.

Zu diesem Zwecke werden wir die Reihe der Hauptgestalten noch einmal durchgehen, und die aus ihnen, gemäß den bei ihren Modifikationen stattfindenden Symmetrie-Gesetzen hervorgehen könnenden neuen Körper prüfen.

§. 85. Oben (§. 35, 37 u. 45) wurde dargethan, daß im regelmäßigen Tetraeder und Oktaeder, sowie im Würfel alle Flächen gegen einen (von uns Mittelpunkt genannten) Punkt, gleich gelagert sind, und daß eben dieß mit ihren Kanten und Ecken der Fall ist.

Eben diese Gleichheit und Identität der Lage in Hinsicht auf den Mittelpunkt beobachteten wir an den Flächen, den

Kanten, den sechs vierflächigen und den acht dreiflächigen Ecken des regelmäßigen Rautendodekaeders (§. 55).

Gleiches bemerkten wir auch an den Flächen der acht dreiflächigen, sechs vierflächigen spitzeren, und den zwölf übrigen stumpferen Ecken des Trapezoeders (§. 60).

Auch ist in diesen Gestalten jede Ecke nur von gleichen ebenen Winkeln gebildet.

Wenn man nun, da die ähnlichen Theile alle zugleich und auf gleiche Weise modificirt werden müssen, annimmt, daß identische Kanten oder Ecken an einem dieser Polyeder durch tangentale Abstumpfungen ersetzt werden (§. 66), so werden diese Abstumpfungsflachen, wenn sie sich bis zum Verschwinden der Urflächen ausdehnen, nothwendiger Weise ein neues Polyeder bilden, dessen Flächen-Anzahl gleich ist der Menge der abgestumpften Ecken oder Kanten; auch werden diese Flachen in Rücksicht auf einen Mittelpunkt, der mit dem des ersteren Polyeders zusammenfällt, gleich gelagert seyn.

Wenn wir die Anzahl der in Hinsicht auf den Mittelpunkt gleich gelegenen identischen Theile an jeder der obengenannten Gestalten vergleichen, so erhalten wir folgendes Resultat:

Tetraeder.	6 Kanten.	4 Ecken.	4 Flächen.	
Würfel.	6 Flächen.	8 Ecken.	12 Kanten.	
Oktaeder.	6 Ecken.	8 Flächen.	12 Kanten.	
Dodekaeder.	6 vierflachige Ecken.	8 dreiflach. Ecken.	12 Flächen.	24 Kanten.
Trapezoeder.	6 wenig. stumpfe vierflach. Ecken.	8 dreiflach. Ecken.	12 mehr stumpfe vierflächige Ecken.	24 Flächen.

Aus dem oben Gesagten ergiebt sich, daß die Flächen eines jeden dieser Körper durch tangentale Abstumpfung der Theile der anderen Körper, deren Anzahl mit der der

Flächen übereinkommt, nothwendiger Weise hervorgebracht werden können.

Daraus folgt also:

1) Das die vier und zwanzig Flächen des Trapezoeders das Resultat der Abstumpfung der vier und zwanzig Kanten des Rautendodekaeders (Fig. 87) seyn können.

2) Daß die zwölf Flächen des Dodekaeders durch Abstumpfung d, d.... der zwölf Kanten des Oktaeders (Fig. 73), oder der zwölf Kanten des Würfels (Fig. 78); oder endlich der zwölf stumpferen Ecken des Trapezoeders entstehen können.

3) Daß die acht Flächen des Oktaeders das Resultat der Abstumpfung o, o.... der acht Ecken des Würfels (Fig. 77), oder der acht dreiflächigen Ecken des Dodekaeders (Fig. 88) oder Trapezoeders; oder endlich der vier Ecken des Tetraeders, mit Beibehaltung der vier diesem Körper eigenthümlichen Flächen (Fig. 67), seyn können.

4) Endlich, daß die sechs Flächen des Würfels durch die Abstumpfung c, c... der sechs Kanten des Tetraeders (Fig 68), oder der sechs Ecken des Oktaeders (Fig. 73), oder der sechs vierflächigen Ecken des Dodekaeders, oder der sechs weniger stumpfen Ecken des Trapezoeders erzeugt werden können.

Nur der Würfel und und das Oktaeder können, wie man sieht, direkt durch Abstumpfungen der ähnlichen Theile an allen anderen vier Körpern erzeugt werden. Das Dodekaeder zeigt dieß Verhältniß nur mit dem Würfel, Oktaeder und Trapezoeder, nicht aber mit dem Tetraeder. Das Trapezoeder kann nur durch Abstumpfungen am Dodekaeder entstehen; und dieß Tetraeder aus keinem der anderen Körper auf diese Weise. Dennoch wird man sehen, daß diese fünf regelmäßigen Körper alle von einander abgeleitet werden, und in einander übergehen können, wenn auch nicht durch Abstumpfungen, doch durch ebenfalls symmetrische Modifikationen anderer Art.

So kann aus dem Tetraeder des Dodekaeder erzeugt werden durch symmetrische Spitzung mit drei Flächen d, d...

auf jeder der vier Ecken, indem jede der Spitzungsflächen gegen eine der drei angränzenden Flächen gerichtet ist (wie in Fig. 69). Die Neigung jeder Spitzungsfläche gegen die entsprechende Axe ist 54° 44′ 8″ *).

Das Trapezoeder kann aus dem Tetraeder durch zwei symmetrische, zugleich stattfindende, dreiflächige Spitzungen entstehen, von denen eine t′, t′... auf jeder der Flächen (Fig. 71), und die andere t, t.... auf jeder der vier Ecken so Statt hat, daß jede der Flächen dieser Spitzung der anliegenden Kante entspricht (Fig. 70). Die Flächen jeder der zwei Spitzungen bilden einen Winkel von 70° 31′ 44″ mit einer, die Ecke des Tetraeders mit der Mitte der ihr gegenüberstehenden Fläche verbindenden, Axe.

Das Trapezoeder kann ferner aus dem Oktaeder durch eine vierflächige Spitzung t, t... auf dessen sechs Ecken abgeleitet werden, wo jede Spitzungsfläche einer angränzenden Fläche correspondirt, und gegen die, durch die Oktaeder-Ecke (worauf die Spitzung steht) gehende Axe um 54° 44′ 8″ geneigt ist.

Das Trapezoeder kann aus dem Würfel hergeleitet werden durch eine dreiflächige Spitzung t, t... auf jeder der acht Ecken (Fig. 81), indem jede Fläche dieser Spitzung einer anliegenden Fläche entspricht, und um 70° 31′ 44″ gegen die Axe geneigt ist **).

Das Tetraeder kann aus dem Oktaeder entstehen durch Unterdrückung der Hälfte der acht Flächen desselben (nämlich immer von je zwei parallelen eine) vermittelst Verlängerung der angränzenden Flächen, wie man aus Fig. 67, wo die Flächen des Oktaeders, welche verschwinden sollen,

*) Dieser Winkel ist gleich dem, den irgend eine Fläche des Dodekaeders mit der Axe macht, die durch zwei dreiflächige Ecken geht (siehe §. 55).

**) Um sich von den Neigungen der zur Erzeugung des Trapezoeders nöthigen Spitzungen zu überzeugen, muß man das, was wir (§. 60) über die Neigung der Flächen dieses Körpers, sowohl gegen die Axe einer vierflächigen als die einer dreiflächigen Ecke, sagten, nachsehen.

zum Theil noch vorhanden sind, beurtheilen kann. Die Fig. 114 aber zeigt ein vollständiges regelmäßiges Tetraeder, in welchem das regelmäßige Oktaeder, aus dessen vier verlängerten Flächen jenes hervorging, gezeichnet ist. Dadurch kann man über die relative Lage beider Körper urtheilen.

Das Tetraeder kann aus dem Würfel, Dodekaeder und Trapezoeder vermittelst Abstumpfung der Hälfte der Theile, deren Zahl acht ist, entstehen (nämlich durch Abstumpfung eines von den beiden Theilen, welche sich an beiden Enden einer, durch den Mittelpunkt gehenden, Linie, entgegengesetzt sind.

Man sieht also, daß der Würfel das regelmäßige Tetraeder, Oktaeder und Rautendodekaeder, sowie das Trapezoeder durch sehr symmetrische Modifikationen in einander übergehen können.

Es giebt auch verschiedene Mineralgattungen, welche sich unter mehreren dieser Hauptgestalten zeigen *).

Häufig trifft es sich an jeder der eben genannten Hauptgestalten, daß die vorkommenden Modifikationen gerade die, auf eine andere regelmäßige Gestalt führenden sind, wie man

---

*) So sind der Flußspath, das Silberglanzerz bald in Würfeln, bald in Oktaedern, oder in Rautendodekaedern krystallisirt; der Salmiak, das gediegen Gold, der Eisenkies finden sich in Würfeln, Oktaedern und Trapezoedern; der Spinell, das Amalgam, das Magneteisen als Oktaeder und Dodekaeder; der Analcim als Würfel und Trapezoeder; der Granat als Dodekaeder und Trapezoeder; der Diamant, das Rothkupfererz, als Würfel, Oktaeder und Dodekaeder; der Bleiglanz, das gediegen Kupfer, der Arsenikkobalt als Würfel und Oktaeder; die Zinkblende in Oktaedern, Dodekaedern und Tetraedern.

Das Fahlerz zeigt von den Hauptgestalten nur das Tetraeder; vielleicht auch das Dodekaeder; man findet aber in den Modifikationen seiner Kanten oder Ecken ein häufiges Streben das Oktaeder zu erzeugen (siehe Fig. 67), sowie der Würfel (siehe Fig. 68), das Dodekaeder (Fig. 69), und das Trapezoeder (siehe Fig. 70 u. 71).

dieß aus der Symmetrie beurtheilen kann. Man giebt den Krystallen alsdann zusammengesetzte Namen, wie Cubo-Oktaeder (Fig. 73), Cubo-Dodekaeder (Fig. 78) u. s. w.

§. 86. Nach dem im vorigen §. über den Würfel Gesagten, erzeugt eine tangentale Abstumpfung aller Kanten desselben (wie in Fig. 78) ein regelmäßiges Rautendodekaeder (Fig. 38). Wäre die Abstumpfung nicht tangental, so würde immer ein Dodekaeder, aber ein pentagonales entstehen. So kann der Ursprung des von uns (§. 57, Fig. 41) beschriebenen Pentagonaldodekaeders, des einzigen unter den Krystallen bis jetzt wahrgenommenen, sich erklären.

Wenn jede Ecke des regelmäßigen Oktaeders durch eine Zuschärfung e, e...., gelagert wie in Fig. 74, die sich bis zum Verschwinden der Urflächen ausdehnt, ersetzt wird, so erhält man auch ein Pentagondodekaeder. Dasjenige, welches die Fig. 74 geben würde, ist eben das von Fig. 41.

So kann also das Pentagonaldodekaeder durch einfache symmetrische Modifikationen des Würfels und Oktaeders entstehen.

Wenn am regelmäßigen Oktaeder (Fig. 47) die Zuschärfungen der Ecken nicht bis zum Verschwinden der Urflächen, sondern bloß der Kanten sich ausbreiten, so wird der noch übrige Theil der Oktaederflächen ein gleichseitiges Dreieck seyn. Der Körper wird alsdann zwanzig Flächen haben, und dieß ist das Ikosaeder (Fig. 44). Und da wir, um den Bau dieses Körpers kennen zu lehren, schon §. 57) seinen Ursprung vom Pentagonaldodekaeder (das selbst vom Würfel abgeleitet ist) gezeigt haben, so folgt daraus, daß der Würfel, das Oktaeder, das Pentagonaldodekaeder und Triangulär-Ikosaeder aus einander durch symmetrische Modifikationen entstehen können. Die Figuren 82 u. 83 können zur besseren Uebersicht der verschiedenen Uebergänge, welche sich nur im Eisenkies und Arsenikkobalt finden, dienen.

Wir hätten mit diesen Gestalten noch das Tetraeder, Rautendodekaeder und Trapezoeder verbinden können, weil man sie mit dem Oktaeder zugleich bei einer Substanz, wie

im vorigen §. gezeigt wurde, antreffen kann; mit Ausnahme des Trapezoeders aber, das man nur einmal beim Eisenkies bemerkte, wurden diese drei Gestalten noch nicht zugleich an einem Mineral mit dem Pentagonaldodekaeder und Ikosaeder wahrgenommen. Indessen kann dieß der Analogie gemäß, wohl der Fall seyn.

§. 87. Das Rhomboeder hat, nach dem über seinen Bau Gesagten (§. 43, Fig. 19 u. 20) sechs Scheitelkanten und sechs Randkanten, von denen jede Art gleichgelagert ist in Hinsicht auf die Axe. Gleiches gilt von den sechs Randecken unter sich und von den beiden Scheiteln.

Da die Modifikationen des Rhomboeders stets gleich und gleichzeitig, an den ähnlich gelagerten Theilen desselben statt finden (§. 73), so folgt, daß, wenn diese Modifikationen die Urflächen verdrängen, sie im Allgemeinen (da, mit Ausnahme der beiden Scheitel, der ähnlichen Theile immer sechs sind) durch Abstumpfung Körper mit sechs Flächen, und durch Zuschärfung Körper mit zwölf Flächen erzeugen werden; und in jedem dieser neuen Körper werden die Flachen gleich gegen die Axe gelagert seyn, jede Hälfte aber in umgekehrter Richtung.

So kan also ein Rhomboeder durch verschiedene symmetrische Modifikationen andere Hauptgestalten erzeugen; und zwar:

1) Andere Rhomboeder, durch tangentale Abstumpfung seiner Scheitelkanten (Fig. 94), oder durch mehr oder weniger gegen die Scheitel geneigte Abstumpfung aller Randecken (Fig. 92).

2) Ein regelmäßiges sechseitiges Prisma, zuerst durch tangentale Abstumpfung der beiden Scheitel (Fig. 28) verbunden mit Abstumpfung, entweder aller sechs Randecken, der Axe parallel (Fig. 93), oder der sechs Randkanten, tangental (Fig. 97) *).

*) Findet in dem letzten Falle die Abstumpfung der beiden Scheitel nicht statt, so daß die Rhombenflächen bleiben, so entsteht ein Fig. 49 analoger Körper, nämlich ein symmetrisches Rautendodekaeder (§. 56, 2tens).

3) Ein ungleichseitiges Triangulärdodekaeder (§. 58, Fig. 48), durch mehr oder weniger stumpfe Zuschärfung, entweder der sechs Randkanten (Fig. 98), oder der sechs Scheitelkanten (Fig. 96).

4) Ein gleichschenkliches Triangulärdodekaeder mit regelmäßiger Basis (§. 58, Fig. 47), durch mehr oder weniger stumpfe Zuschärfung der sechs Randecken (Fig. 95), oder durch Abstumpfung der sechs Randecken unter einer Neigung gegen die Axe, welche der, der Rhomboederfläche gegen dieselbe Axe gleich ist, und mit Beibehaltung eines Theils von jeder dieser Flächen (siehe Fig. 115).

5) Endlich, eine Art von symmetrischem Oktaeder (§. 49, Fig. 28), durch Abstumpfung der Scheitel mit Beibehaltung der Rhomboederflächen.

Wir haben von den durch Spitzung hervorgehenden Modifikationen nicht gesprochen. Da aber (§. 68) die Spitzungen nur an den Enden der Axe der Krystalle sich finden, so können sie beim Rhomboeder also nur auf den beiden Scheiteln statt haben. Da die Anzahl der Flächen an einer Spitzung überdieß gewöhnlich gleich, oder die Hälfte, oder das Doppelte der ihr anliegenden Theile des Krystalls ist, so können im Rhomboeder nur drei- oder sechsflächige Spitzungen statt haben (wenn nicht etwa eine Spitzung über der anderen liegt, wo man dann eine jede für sich betrachten muß, §. 69); folglich kann das Rhomboeder durch Spitzung (Fig. 90 u. 91) nur in Rhomboeder oder gleichschenkliche und ungleichseitige Triangulärdodekaeder übergehen, Gestalten, die so eben als vom Rhomboeder ableitbar genannt wurden. Und dieß beobachtet man auch fortwährend in der Natur.

Oben sagten wir, daß ein Rhomboeder ein anderes durch tangentale Abstumpfung seiner Scheitelkanten erzeugen könnte (Fig. 94). Dieses Rhomboeder, welches stumpfer ist, hat offenbar dieselben Eigenthümlichkeiten, und kann ein drittes, noch stumpferes, erzeugen, dieses ein viertes, u. s. w. So zeigt der Kalkspath vier Rhomboeder, von denen man ihrer

Gestalt gemäß sagen kann, daß das eine immer dem anderen tangental sey *).

Auch beim Turmalin finden sich drei Rhomboeder; die Flächen sind aber niemals solche, welche als die Hauptgestalt bildend betrachtet werden können **).

Indessen sind nicht alle an einer Gattung mit rhomboedrischem Krystallsystem wahrnehmbaren Rhomboeder Glieder dieser Reihe tangentaler Abstumpfungen.

Wir sind bei den, durch die symmetrischen Modifikationen der regelmäßigen Körper und Rhomboeder vorkommenden

---

*) Diese Abänderungen nennt Haüy in seinem Werke contrastante, inverse, primitive, equiaxe, und sie sind durch die Figuren 5, 3, 2, 1, der XXIII Kupfertafel jenes Werks dargestellt.

Wir haben hier diese Gestalten nicht besonders gezeichnet; wenn man aber von den Modifikationen absieht, so stellt die Fig 91 das Rhomboeder, welches er contrastante nennt, das spitzigste von diesen vieren; die Fig. 94, das inverse, tangental auf dem vorigen; die Fig. 19, das primitive, auf dem vorigen tangental; und Fig. 93, das equiaxe, auf dem primitiven tangental, dar.

**) Man sah oben, daß das regelmäßige Oktaeder in ein spitzes Rhomboeder verwandelt werden (§. 50. Fig. 29); und daß man den Würfel als Rhomboeder betrachten könne (§ 43). Ebenso würden in dem regelmäßigen Rautendodekaeder (Fig. 33) die drei oberen an die Ecke o stoßenden, und die ihnen parallelen an die Ecke s stoßenden Flächen, wenn sie sich bis zum Verschwinden aller Seitenflächen ausdehnten, ein stumpfes Rhomboeder bilden; dieß ist auch im Trapezoeder der Fall; die drei, an die dreiflächige Ecke m anstoßenden, und die ihnen parallelen in t zusammentreffenden drei Flächen; bilden ein noch stumpferes Rhomboeder.

Nach dem (§. 55) von den Uebergängen dieser vier Gestalten durch tangentale Abstumpfung Gesagtem, folgt, daß die so eben genannten vier Rhomboeder auf einander tangental sind. Der Würfel ist tangental auf die Scheitelkanten des Rhomboeders vom Oktaeder; das Rhomboeder vom Dodekaeder ist tangental auf die Scheitelkanten des Würfels; und das Rhomboeder vom Trapezoeder ist tangental auf die Scheitelkanten des Rhomboeders vom Dodekaeder.

Man könnte auf gleiche Weise Reihen von tangentalen Körpern unter den Oktaedern aufstellen.

Uebergängen, etwas weitläufig gewesen, und haben, zur besseren Faßlichkeit zahlreiche Beispiele und Figuren gegeben, da diese Hauptgestalten häufig, und zu dergleichen Untersuchungen am passendsten sind. Wir wollen daher jetzt bei der Uebersicht der anderen Hauptgestalten und der Modifikationen derselben desto schneller fortschreiten.

§. 88. Das gerade Prisma mit quadratischer Basis (§. 37, 2tens, Fig. 11) muß vermöge der Symmetrie seiner Modifikationen, welche wir §. 74 kennen lehrten, bald ein anderes gerades Prisma mit quadratischer Basis durch tangentale Abstumpfung d, d... seiner Seitenkanten (Fig. 99), bald ein stumpfes oder spitzes Oktaeder durch lauter identische Abstumpfungen s, s.... jeder der Kanten oder Ecken der Basis (was man am Zirkon bemerkt Fig. 57 u. 58), erzeugen.

Das gerade rechtwinkliche Prisma mit länglicher Basis (§. 37, 3tens, und 74, Fig. 12) würde ein schiefwinkliches Prisma durch die Abstumpfungen n seiner Seitenkanten, oder ein Oktaeder mit rektangulärer Basis durch die Abstumpfungen d und k der Kanten der Basis (Fig. 100) u. s. w. erzeugen.

Das gerade schiefwinkliche Prisma mit gleichschenklicher Basis (§§. 38 u. 74) kann ein Oktaeder mit rektangulärer Basis hervorbringen, durch die Abstumpfungen t zweier, einander entgegengesetzter Ecken (Fig. 101 und 103), mit Beibehaltung der Seitenflächen des Prismas; ein rechtwinkliches Prisma mit länglicher Basis durch Abstumpfung seiner vier Seitenkanten (wie beim Wolfram, Schwerspath), ein Oktaeder mit ungleichseitigen Dreiecken, wie im Topas, durch Abstumpfung r der Kanten der Basis (Fig. 101); ein symmetrisches sechsseitiges Prisma durch tangentale Abstumpfungen *s* der beiden entgegengesetzten Seitenkanten (Fig. 103) *).

---

*) Die genannte Fig. 103 stellt ein schiefwinkliches Prisma mit schiefer Basis dar, kann aber sehr gut dazu dienen, eine Vorstellung von mehreren Modifikationen des geraden schiefwinklichen Prismas zu geben.

Das schiefwinkliche Prisma, mit schiefer auf einer Kante ruhender Basis (§. 41, Fig. 16) kann ein schiefes symmetrisches sechsseitiges Prisma, oder ein schiefes rechtwinkliches Prisma mit länglicher auf einer Fläche ruhender Basis werden, durch Abstumpfung seiner zwei, oder seiner vier Seitenkanten, wie beim Augit (Fig. 104), oder ein Oktaeder mit rektangulärer Basis (dessen Axe horizontal liegt) durch Abstumpfung der oberen Ecke der Basis, wenn diese Abstumpfung eben die Neigung gegen die Axe hat, wie die Basis u. s. w. *).

Das rechtwinkliche Prisma, mit schiefer auf eine Fläche ruhender Basis kann, ein sich mit einer Zuschärfung endigendes sechsseitiges Prisma, durch starke Abstumpfung der oberen Ecken an jeder seiner Grundflächen (wie beim Feldspath) erzeugen.

§. 89. Das symmetrische Oktaeder mit quadratischer Basis (§§. 46 u. 76, Fig. 22) kann ein anderes quadratisches Oktaeder durch tangentale Abstumpfung n, n .., seiner oberen Kanten (Fig. 108), oder durch Zuschärfung an den vier Ecken der Basis (wie im Scheelerz), geben.

Es würde ein rechtwinkliches Prisma mit quadratischer Basis durch tangentale Abstumpfung der vier Kanten oder Ecken der Basis erzeugen; beides findet sich am Zirkon. Wenn die Abstumpfungen an den Ecken der Basis sich je zwei nur in einem Punkte treffen, an dem nothwendig auch auf gleiche Weise zwei Oktaederflächen stoßen müssen, woraus eine vierflächige Ecke entsteht, so erhält man ein symmetrisches Rautendodekaeder (§. 56, 2tens). Die Fig. 38 stellt dieses Resultat dar, das sich beim Zirkon und Honigstein findet.

---

*) Es ist klar, daß, wenn in Fig. 16 die Ecke i durch eine Fläche ersetzt wird, die die Grundfläche in a o schneidet, und ebenso wie diese gegen die Axe geneigt ist, und dasselbe, an der ihr entgegengesetzten Ecke r statt findet, diese beiden neuen Flächen in Verbindung mit den sechs Flächen des Prismas, das eben genannte rektanguläre Oktaeder bilden werden, in welchem die senkrechte Ebene a o s m Masis, und eine horizentale im Mittelpunkt dieser Fläche senkrechte Linie, Axe seyn wird.

Das symmetrische Oktaeder mit ungleichseitigen Dreiecken (§§. 47 u. 76, Fig. 24) kann ein schiefwinkliches Prisma erzeugen, durch tangentale Abstumpfung der vier, einen seiner Durchschnitte oder Basen bildenden, Kanten, wie beim Schwefel (Fig. 110); werden die Kanten zweier Durchschnitte zugleich abgestumpft, so erhält man das symmetrische Oktaeder mit rektangulärer Basis u. s. w.

Das symmetrische Oktaeder mit rektangulärer Basis (§§. 48 u. 76, Fig. 26) kann übergehen in ein rektanguläres Prisma durch Abstumpfung t der Kanten der Basis (Fig. 111); in ein schiefwinkliches Prisma durch Abstumpfung s der Ecken der Basis, und in ein Oktaeder mit ungleichseitigen Dreiecken durch eine Zuschärfung b, b, an jeder der Ecken der Basis.

§. 90. Das gerade regelmäßige sechsseitige Prisma, trifft man, nach dem über die Symmetrie seiner Modifikationen (§. 77) Gesagtem, in derselben Substanz, bald nur zugleich mit dem gleichschenklichen Triangulärdodekaeder mit regelmäßiger Basis, wie beim Quarz, bald mit dem Rhomboeder, und den von diesem ableitbaren Gestalten an; zuweilen kommen diese beiden Fälle in einem Mineral zugleich vor, wie beim Korund und beim Eisenglanz, was auch nichts außerordentliches ist, da das gleichschenkliche Triangulärdodekaeder auch aus dem Rhomboeder entstehen kann.

§. 91. Wir haben nicht alle Veränderuugen, welche jede der, in den vorigen Paragraphen genannten, Hauptgestalten, in geometrischer Rücksicht, vermöge der Symmetrie ihres Baues und ihrer Modifikationen, erleiden kann, aufgezählt; wir haben von den aus ihnen ableitbaren Gestalten nur die, bis jetzt unter den Krystallen mehr oder weniger ausgebildet angetroffenen, kennen lehren wollen.

Da die Hauptgestalten, deren abgeleitete Gestalten wir noch erklären müßten, schon unter den abgeleiteten Gestalten der eben untersuchten Körper begriffen sind, so wollen wir uns hierbei nicht länger aufhalten.

Man sieht also, daß der größte Theil der krystallisirten Substanzen sich in verschiedenen Hauptgestalten zeigen kann

(§. 4), weil diese Vielheit der Gestalten ein nothwendiges Resultat ist, von der Symmetrie des Baues einer ersten Gestalt, und von den gleichfalls symmetrischen Gesetzen (§. 70), denen die Modifikationen derselben unterworfen sind.

Zugleich folgt aber auch hieraus, daß die Zahl und das Wesen der verschiedenen Hauptgestalten einer Substanz nothwendig begränzt, und von dem Bau der einen von ihnen abhängen müsse.

§. 92. Im §. 17 wurde erwähnt, daß wir unter Krystallsystem eines Minerals die Menge der symmetrischen Hauptgesetze, welchen die Natur bei dessen Krystallisation gefolgt zu seyn scheint, verstehen.

Aus dem, in den drei vorigen und diesem Abschnitte, Vorgetragenen, kennt man nun das Wesen dieser symmetrischen Gesetze; und es ist begreiflich, daß es, zur kurzen und bestimmten Unterscheidung des Krystallsystems einer Substanz von dem aller anderen, hinreichend sey, von allem an diesem Mineral wahrgenommenen Hauptgestalten die auszuwählen, deren Bau am einfachsten ist, und von der man zugleich durch die natürlichsten Modifikationen alle anderen ableiten kann, wie z. B. durch die größte Anzahl tangentaler Abstumpfungen. Diese Gestalt wird als Haupt-Typus des Krystallsystems oder als Fundamental-Gestalt betrachtet werden. Wenn die Durchgangsebenen deutlich sind, und der Körper, welcher durch die Vereinigung aller oder doch der Durchgänge einer Ordnung (§§. 10 u. 11) gebildet wird, auch unter den Hauptgestalten des Minerals vorkommt, so müßte man diese Gestalt den anderen vorziehen, da sie so zu sagen charakteristischer ist, und sogar an allen Krystallen nachgewiesen werden kann. Man würde aber auch eben so leicht die Ableitung der Gestalten zu Wege bringen, wenn man eine andere Gestalt wählte, wie dieß sich aus dem Vorhergehenden ergiebt. Diese Idee findet sich in der Theorie Haüy's realisirt. Der Körper der Durchgänge ist es, den er unter dem Namen Grundgestalt (forme primitive) als Typus jedes Krystallsystems angenommen hat, wenn auch

dieser Körper sich nicht unter den Hauptgestalten des Minerals findet; und die Mittel der Ableitung, deren er sich bedient, sind um so naturgemäßer, als sie mit den physikalischen Betrachtungen über die wirkliche Zusammensetzung der Körper in Verbindung stehen, zu gleicher Zeit hat er aber auch auf mathematische Weise gezeigt, daß man in jedem Falle, man mag irgend eine andere, zum Krystallsystem gehörige Gestalt als Grundgestalt annehmen, dennoch die Ableitung aller anderen Gestalten bewerkstelligen kann.

Siebenter Abschnitt.

Theorie des Baues der Krystalle, oder Mittel, die geometrischen Beziehungen aller Krystallgestalten eines Minerals zu einer einzigen Grundgestalt anzugeben.

§. 93. Da eine von selbst sich gebildete chemische Verbindung durchaus in allen ihren Theilen gleichförmig und homogen seyn muß, so muß sie auch im festen Zustande aus ähnlichen Körpertheilchen zusammengesetzt seyn *)

Und da sie eine regelmäßige polyedrische Gestalt annimmt, so läßt sich daraus schließen, daß diese sie zusammensetzenden Körpertheilchen auch eine regelmäßige polyedrische Gestalt haben **).

*) Wir haben hier das Wort Körpertheilchen (particules) statt Massetheilchen (molecules), welches allgemeiner gebräuchlich ist, gewählt, um die Verwechselung dieser Körpertheilchen mit den ergänzenden und subtraktiven Massetheilchen, von denen wir weiter unten sprechen werden, und welche in der Theorie Haüy's besondere Bedeutungen haben, zu vermeiden.

**) Wollaston und mehrere andere Gelehrte nehmen hingegen rundliche Theilchen an. Es ist uns unmöglich, diese wich-

Auch gebietet diese der Homogeneität die Folgerung, daß die zusammensetzenden Körpertheilchen unter sich, in einer und derselben Masse, nach einem symmetrischen Gesetze verbunden seyn müssen, das heißt, daß ihre analogen Flächen, ihre Axen, und überhaupt ihre ähnlichen Theile parallel liegen müssen. Endlich läßt sich auch nicht, so lange eine Substanz in chemischer Hinsicht keine Veränderung erlitten hat, vermuthen, daß die dieselben zusammensetzenden Theilchen ihre Gestalt geändert hatten; und da man ihre gegenseitige Anziehung als constant betrachten kann, so kann man auch annehmen, daß sie sich stets, oder doch wenigstens sehr oft, auf dieselbe Weise an einander reihen *).

---

tige Frage hier zu untersuchen, da doch jede von beiden Meinungen sich nur auf mehr oder weniger wahrscheinliche Schlüsse und Vermuthungen gründet. Allerdings möchte man die Vorstellung von rundlichen Theilchen, der von polyedrischen vorziehen; da indessen die Vertheidiger der ersteren, der zweiten nicht hinlängliche Gründe zu ihrer Verwerfung als falsch entgegenstellen konnten, so kann man sie, wenn auch nicht als eine unumstößliche Wahrheit, doch wenigstens als Voraussetzung, wie sie hier aufgestellt ist, beibehalten.

*) Diese a priori aufgestellte Hypothese möchte ganz grundlos scheinen; wir wollen uns deßwegen deutlicher darüber erklären. Man kann wohl annehmen, daß polyedrische Theilchen einer Gestalt sich mit einander symmetrisch auf mehrere Arten verbinden können. Da nun ihre gegenseitige, obgleich constante, oder doch wenigstens so annehmbare Anziehung, in manchen Fällen durch zufällige Ursachen modificirt werden kann, so scheint es ungeeignet, nicht anzunehmen, daß die Resultate jener Anziehung veränderlich seyn könnten; man wird auch noch bewogen, die Möglichkeit dieser Veränderlichkeit einzugestehen, durch die Verschiedenheiten, welche man in der Art der regelmäßigen Verbindung zweier Krystalle beobachtet, wodurch bald ein hemitropischer Krystall, bald eine regelmäßige Gruppirung entsteht, (wie man im 8ten Abschnitt §§. 113 — 124 sehen wird). Man hat auch, einer Veränderlichkeit dieser Art, die zwischen dem Krystallsystem des Kalkspaths und des Arragonits, bemerkte wesentliche Verschiedenheit zweier Substanzen, welche den Resultaten der chemischen Analyse nach, ganz identisch sind, zuzuschreiben gesucht.

Da indessen die äußeren polyedrischen Gestalten oder die Krystalle eines Minerals sehr verschieden sind, ohne daß das Mineral in chemischer Rücksicht dasselbe zu seyn aufhöre, so muß man zugeben, daß die Vereinigung der polyedrischen Körpertheilchen, obgleich immer in ihrer Art, d. h. in der

---

Die Versuche aber, welche zur Bestimmung dieser anderen Verbindungsweise der polyedrischen Theilchen im Arragonit, wie im Kalkspath angestellt wurden, waren fruchtlos, wie dies auch Haüy bewies, indem er zeigte, daß die Krystallsysteme beider Substanzen geometrisch durchaus unvereinbar sind. Der Mangel an Uebereinstimmung zwischen ihrer Krystallisation und chemischen Zusammensetzung kann also nicht durch die Voraussetzung einer anderen symmetrischen Anordnung der Körpertheilchen erklärt werden, sondern man muß annehmen, daß die Erklärung dieser scheinbaren Abweichung nur durch neue chemische Entdeckungen können geleistet werden, die einen wesentlichen Unterschied der Zusammensetzung beider Gattungen darthäten. (Bekanntlich hat Stromeyer einen wesentlichen Unterschied in der Zusammensetzung des Arragons und Kalkspaths aufgefunden. Dieser nämlich enthält: 55,9 Kalk, 0,3 Magnesiumoxydul, nebst Spuren von Eisen, 43,5 Kohlensäure, 0,1 Decrepitations-Wasser. Jener hingegen: 94 — 97 Kohlensauren Kalk, 3,9 — 2,0 kohlensauren Strontian 0,9 — 0,2 Krystallisationswasser, mechanisch eingemengtes Eisenoxydhydrat, Magnesiumoxydul u. s. w. d. Ueb.)

Noch ist übrigens zu bemerken, daß das so eben angeführte Beispiel von zweyen, der Zusammensetzung nach identischen Substanzen, mit verschiedenen Krystallsystemen, bis jetzt, wenn auch nicht einzig, doch das einzige zuverlässige ist. Bei allen anderen Gattungen deren Zusammensetzung genau bestimmt werden konnte, haben sich die Abänderungen stets als von einem Systeme abhängige Krystallgestalten gezeigt; dies ist auch jedesmal bei allen Substanzen, welche wir aus denselben Grundstoffen und in demselben Verhältnisse in unsern Laboratorien zusammensetzen, der Fall. Man sieht also wohl, daß die Hypothese von der Möglichkeit zweier oder mehrerer verschiedenen Arten von Verbindungen derselben Theilchen unter sich, obgleich a priori zuläßig, sich aber bis jetzt noch, auf kein Beyspiel stützt; und daraus folgt nothwendiger Weise, daß (wenigstens fast allgemein) die Identität in der Art der symmetrischen Vereinigung ein und derselben polyedrischen, den Körper zusammensetzenden Theilchen, so wie wir sie eben erklärt haben, nicht bestritten werden könne.

relativen Lage zweier an einander gränzenden Theilchen identisch ist, sie dennoch in manchen Fällen durch veränderliche Gesetze auf verschiedene Weise und in verschiedenen Richtungen an den äußeren Gränzen, der von ihr gebildeten Gestalt modificirt werde, in Ansehung des Stärkegrades der Anwachsung oder Anhäufung.

Nach welchen Gesetzen geschieht dies? Und zuerst, welche polyedrische Gestalt haben die einen Mineralkörper zusammensetzenden Theilchen? Dieß sind die schwierigen Fragen, welche Haüy sich aufwarf, und die ihn zur Aufstellung seiner scharfsinnigen Theorie, von der wir jetzt eine gedrängte Darstellung geben wollen, veranlaßten.

Man sieht ein, daß, wenn die Gestalt der Theilchen eines Minerals, und die, die äußeren Gränzen ihrer Gruppirungen, zur Bildung der verschiedenen Krystalle bestimmenden Gesetze bekannt sind, man eine deutliche Darstellung der, alle Gestalten dieser Substanz verknüpfenden Symmetrie, und einen bestimmten Ausdruck ihrer Ableitung von einen Typus, haben wird.

§. 94. Haüy hat geglaubt, daß man die Durchgangsebenen eines Minerals betrachten könne, als die Zusammenfügungsebenen seiner regelmäßigen polyedrischen Theilchen, oder allgemeiner, als den Flächen der Massetheilchen parallele Ebenen.

Ehe ich zu alle den Folgerungen übergehe, zu welchen uns diese Grundidee der Theorie Haüy's veranlassen wird, muß ich noch bemerken, wie die Art des neben einander Liegens der Theilchen bei jeder verschiedenen Art von Form derselben beschaffen seyn müsse, damit sie in ihrer Vereinigung zu einer festen Masse alle dieselbe relative Lage haben.

Sind die Massetheilchen Parallelipipede, so ist dieß nicht schwierig. Es ist klar, daß wenn sie, in irgend einer Anzahl, mit ihren gleichen und ähnlich gelagerten Flächen an einander gelegt werden, sie ganz und gar, ohne einen Zwischenraum zu lassen, den Raum des von ihnen gebildeten Krystalls erfüllen werden; alsdann müssen die Durchgangsebenen, da sie in der Richtung der Fügungsflächen der Massetheilchen liegen,

an jedem Punkte zugleich in Berührung seyn mit einer Fläche, von zweien an einander gränzenden Massentheilchen.

Dasselbe vollkommene neben einander Liegen ohne leeren Raum wird auch Statt haben, wenn die Gestalt der Theilchen ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma, oder ein regelmäßiges Rautendodekaeder ist.

Nicht so ist es, wenn die Gestalt der Massetheilchen ein Oktaeder, Tetraeder, oder gleichschenkliches Triangulärdodekaeder ist. Keine dieser Gestalten ist so beschaffen, daß sie zu mehreren vereint seyn könnte, ohne einen leeren Raum zu lassen. Dennoch muß ihre Vereinigung, durch die Krystallisation bewirkt, symmetrisch sich gestalten, so nämlich, daß die ähnlichen Theile aller Massentheilchen die gleiche Richtung haben; versucht man es diese Bedingung an irgend einer dieser Gestalten zu erfüllen, so bemerkt man, daß sie so gelegt werden müssen, daß sie sich mit ihren Kanten, bei den Oktaedern und Tetraedern, und mit einem Theile der Oberfläche ihrer sechs Ebenen, beim Triangulärdodekaeder, berühren; folglich entstehen so nothwendig leere Räume. Sind die Massetheilchen Tetraeder, so sind die leeren Räume Oktaeder; in den beiden anderen Fällen sind es Tetraeder; und das Resultat dieser leeren Räume ist, daß die Durchgangsebenen, in deren Richtung man diese so symmetrisch vereinigten Theilchen trennen wollte, da sie in der Richtung der Flächen derselben liegen, viele Punkte haben werden, wo sie nur mit einem, von zwei an einander liegenden, Theilchen, in Berührung seyn werden.

Diese Annahme von leeren Räumen, zu der man hier sich veranlaßt sieht, kann nicht zum Einwurfe dienen; denn die bekannte Porosität erlaubt wohl die Annahme von der wirklichen Existenz leerer Räume zwischen den symmetrisch vereinten Massetheilchen eines Minerals.

Wir können diese Vereinigung der Massetheilchen mit leeren Räumen nur erwähnen; diejenigen, welche eine weitläuftigere Auseinandersetzung wünschen, können sie von Haüy in seinem Traité de minéralogie (Tom. I, p. 465, et Tom. II,

p. 249 hierüber gegebene sehr ausführliche Entwickelung nachsehen.

Wir wollen indessen nur noch einige Bemerkungen über die Gestalt dieser leeren Räume hinzufügen.

1) Wenn die Massetheilchen Oktaeder sind. Ist das Oktaeder regelmäßig, so kann es (§. 50, Fig. 29) in ein Rhomboeder umgewandelt werden. Bringt man nun nach dieser Umwandlung die so erzeugten Rhomboeder an einander, so erhält man eine feste Masse ohne leeren Raum; untersucht man nun die Lage der regelmäßigen Oktaeder in dieser Masse, so findet man, daß sie sich mit ihren Kanten berühren, und jeder der sie trennenden leeren Räume gerade durch eines der regelmäßigen Tetraeder, race und tbfd, welche dem Oktaeder zur Bildung der Rhomboeder angesetzt wurden, ausgefüllt wird.

Alle symmetrischen Oktaeder können nun, durch eine ähnliche Verlängerung von sechs, je zwei einander gegenüberstehenden, Flächen, in Parallelepipeda verwandelt werden; und in jedem Falle wird sich das so hervorgebrachte Parallelepipedum vom ursprünglichen Oktaeder nur durch die hinzugefügten zwei symmetrischen Tetraeder, welche die zwischen den Oktaedern, bei ihrer symmetrischen Vereinigung, gebliebenen leeren Räume ausfüllen, unterscheiden.

2) Wenn die Massetheilchen Tetraeder sind. Wir haben oben (§. 85, Fig. 114) gezeigt, wie das regelmäßige Tetraeder in ein regelmäßiges Oktaeder sich umändern kann, wenn man jede Kante durch eine, der ihr entgegengesetzten Fläche, parallele Ebene abstumpft. Diese Veränderung kann nun in allen Tetraedern statt haben. Die Vereinigung der Theilchen im Tetraeders, ist der, im Oktaeder entgegengesetzt; die leeren Räume nämlich sind Oktaeder, wie dieß der Anblick von Fig. 114 zeigt.

3) Wenn das Massetheilchen ein gleichschenkliches Triangulär-Dodekaeder ist. Wir haben §. 87 durch die Figur 115 bewiesen, daß das Rhomboeder in ein gleichschenkliches Triangulär-Dodekaeder umgewandelt werden könne. Mann kann daher die letztere Gestalt auf die erstere

zurückführen, wenn man durch Verlängerung der einen Hälfte der Flächen, die andere Hälfte verschwinden läßt. Hat man die so erzeugten Rhomboeder mit ihren Flächen aneinander gebracht, und untersucht die ursprünglichen Dodekaeder in dieser Masse, so nimmt man wahr, daß sie von einander durch leere Räume, welche die Gestalt von Tetraedern a m c d, s r d k oder a c k f u. s. w. (Fig. 115) haben, getrennt sind.

Weiter unten kommen wir auf diese Umbildungen zurück, welche Haüy Mittel, zur Vereinfachung der Berechnungen in seiner Theorie, an die Hand gaben.

§. 95. Wir wollen jetzt wieder auf die im vorigen §. aufgestellte Idee zurückkommen, nämlich, daß die Durchgangsebenen, auch die Aneinandergränzungs-Ebenen der polyedrischen Massetheilchen seyen. Hieraus folgt, daß der Körper der Durchgänge (siehe §. 13) als Repräsentant dieser Theilchen betrachtet werden kann. Haüy nennt ihn Grundgestalt (forme primitive).

Erwägt man aber das, über die Durchgänge (§. 7 bis 17), und vorzüglich über das Vorhandenseyn mehrerer Körper der Durchgänge in einer Substanz Gesagte (§. 13), so sieht man, daß sich bei der Bestimmung der Grundgestalt manche Schwierigkeiten zeigen.

Diese Schwierigkeiten fallen weg, wenn ein Mineral nur eine Art von Durchgängen, und wenigstens in drei Richtungen zeigt. Alsdann ist die Grundgestalt der einzige Körper der Durchgänge, den man aus dem Mineral entwickeln kann.

Finden sich aber mehrere Arten von Durchgängen, was zur Annahme mehrerer Körper der Durchgänge veranlaßt (§. 13), so kann man jeden derselben als Grundgestalt annehmen. In der Regel zieht man den vor, welcher von den deutlichsten und vollständigsten Durchgängen gebildet wird; zuweilen weicht man jedoch hiervon ab, um die anderen Krystallgestalten des Minerals leichter ableiten, und die Berechnung vereinfachen zu können: Da übrigens, nach dem in §. 16 und im 5ten und 6ten Abschnitt Gesagten, die verschiedenen Körper der Durchgänge einer Substanz (und folglich

die verschiedenen wählbaren Grundgestalten derselben) unter einander durch symmetrische Verhältnisse verbunden sind, so folgt, daß die symmetrischen an einer jeden derselben anstellbaren Betrachtungen auf dieselben Resultate führen.

Nach diesem Grundsatze würde man auch eben die Resultate erhalten, wenn man, wie wir schon oben §. 92 sagten, für eine Grundgestalt oder einen Körper der Durchgänge eines Minerals eine seiner Hauptgestalten (die entweder wirklich vorhanden, oder nur als mit der Symmetrie verträglich anerkannt ist) hypothetisch substituirte, und als Grundgestalt annähme. Man kann in dem Traité de minéralogie von Haüy (T. II. p. 15) die Erklärung, welche er von der Möglichkeit dieser Substitution gegeben hat, nachsehen.

Sind endlich weniger als drei Richtungen von Durchgängen vorhanden (siehe §. 9), so hat man zur Bestimmung der Grundgestalt keine bestimmten Data; man kann aber den Körper ergänzen, wenn man die ihm fehlenden Ebenen nach den zahlreichen aus den Krystallgestalten der Mineralien hergeleiteten Analogien und der gewöhnlichen Symmetrie der Krystallisation gemäß, ergänzt. Eben dieß muß geschehen, wenn sich in der Substanz auch keine Spur eines Durchgangs zeigt.

§. 96. In den Mineralien, welche mehrere Arten von Durchgängen zeigen, sieht man bey Bestimmung der Grundgestalt von einem Theil derselben ab. Betrachtet man aber mehrere Arten von Durchgängen zugleich, so müssen die Ebenen des einen, durchaus die des anderen schneiden. Diese Durchschnitte theilen die Grundgestalt in mehrere kleine Körper, welche, gemäß den bisherigen Erfahrungen, über alle Körper, welche Durchgänge zeigen, stets Tetraeder, dreyseitige Prismen, oder Parallelepipeda sind.

Man erhält aber dasselbe Resultat bey einem Mineral, das nur eine Art von Durchgängen zeigt, wenn dieser Durchgang, wenigstens mit vier verschiedenen Ebenen parallel, statt hat. Das Zusammentreffen aller Ebenen, ohne die ihnen parallelen, oder nur einiger von ihnen, mit den denselben pa-

rallelen Ebnen, theilt, wie man sehen wird, die Gestalt in kleine, zu den oben genannten, gehörige Körper.

Dies findet bey bey den Oktaedern statt. Da wir oben (§. 91.) sahen, daß Oktaeder nicht symmetrisch vereinigt werden könnten, ohne zwischen sich tetraedrische Zwischenräume zu lassen, so folgt, daß, wenn die Tetraeder, als voll und die Oktaeder als leer betrachtet würden, die Masse des oktaedrischen Körpers aus Tetraedern gebildet seyn würde. Freylich ist diese Annahme ganz willkührlich; die entgegengesetzte, wenn man sich die oktaedrische Grundgestalt als aus Oktaedern mit Zwischenräumen von Tetraedern gebildet, vorstellt ist es ebenfalls. Hauy hielt die erstere für einfacher und zweckmäßiger. (Siehe dessen Traité de mineralogie (T. II. p. 249.). Hier werden die kleinen, eine oktaedrische Grundgestalt zusammensetzenden Tetraeder durch die vier Ebenen des Oktaeders, ohne die ihren parallelen, begränzt.

Ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma kann der Länge nach in sechs dreiseitige Priesmen getheilt werden, von denen jedes durch die drei Seitenflächen des sechsseitigen Prismas, ohne die ihren parallelen Flächen begränzt wird. (Siehe Hauy Traité de mineralogie. T. I. p. 30.)

Ein regelmäßiges Rautendodekaeder kann zuerst in vier Rhomboeder durch Ebenen, welche parallel dessen Flächen durch die Kanten gehen, getheilt werden. So würde in Figur 39. eines dieser Rhomboeder seinen äußeren Scheitel in o haben, seine drei Rhomben würden seyn odte, oena, odla; ein zweites hätte seinen äußern Scheitel in r, ein drittes in v, und ein viertes in m. *)

Jede der drei innern Flächen des Rhomboeders in o, wird an einer Fläche der drei anderen Rhomboeder anliegen.

*) Man wird bemerken, daß die Scheitel der Rhomboeder o, r, v und m, vier der dreiflächigen Ecken des Dodekaeders (siehe §. 55.) sind, immer nämlich, einer von zweien, einander an beiden Enden einer Axe entgegengesetzten; wir hätten eben so gut auch die anderen vier, s, n, l und t nenen können.

Es ist zu bemerken, daß von den sechs Durchgangsebnen des Dodekaeders nur drei zu einem dieser Rhomboeder gebraucht werden. So zum Beispiel, die drei an Figur 39. senkrechten Ebenen nehmen nicht Theil an dem obern Rhomboeder in o. Nimmt man aber auch auf diese Ebenen Rücksicht, und legt, einer jeden derselben parallel, also senkrecht, durch die Kanten od, oe, oa dieses Rhomboeders und durch die denselben entgegengesetzten diagonalen Ebenen, so wird dieß Rhomboeder in sechs Tetraeder getheilt. So kann also das regelmäßige Rautendodekaeder in vier und zwanzig Tetraeder getheilt werden (siehe Haüy, Traité de mineralogie. T. II, p. 545.)

Diese Theilung in sechs Tetraeder kann man folglich auch bey einem Rhomboeder, als Grundgestalt, anwenden, wo man eine zweite Art des Durchgangs, den senkrechten dreifachen, den Randkanten parallel, wahrnimmt (siehe Haüy, Traité de minéraiogic. T. I, p. 29.).

Eben so läßt sich das gleichschenkliche Triangulär-Dodekaeder in sechs Tetraeder theilen durch drei senkrechte Ebenen, von denen eine jede durch die Are und durch zwei gegenüberstehende Scheitelkanten geht (siehe Haüy Traité minéralogie. T. I, p. 482. und T. II, p. 408.)

Diese Beispiele reichen hin, zu zeigen, wie manche Grundgestalten, als, aus kleineren einfacheren Körpern zusammengesetzt betrachtet werden können.

Die kleinen Körper sind von Haüy ergänzende Massetheilchen (molecules integrantes) genannt worden. Es versteht sich, daß, wenn eine Substanz nur eine Art von Durchgängen und nur in drey Richtungen zeigt, die Grundgestalt untheilbar ist, und dann selbst ergänzendes Massetheilchen ist.

§. 97. Oben wurde gezeigt (§. 94.), wie Grundgestalten, welche Oktaeder, Tetraeder, und gleichschenklige Triangulär-Dodekaeder sind, in Rhomboeder oder Parallelepipede umgewandelt werden können, und daß die symmetrische Vereinigung diese Parallelepipede jedesmal einen Raum ausfüllen muß, der dem

gleich ist, welcher durch die symmetrische Vereinigung der ursprünglichen Körper eingenommen werden würde.

Eben so sah man im vorigen §., daß das regelmäßige Rautendodekaeder in Rhomboeder getheilt werden könne, und das regelmäßige Rautendodekaeder sich symmetrisch ohne Zwischenraum vereinigen können, so kann die Substanz, welche eine solche Grundgestalt hat, als aus Rhomboedern zusammengesetzt betrachtet werden.

Da zuletzt von den sechs ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma zusammensetzenden, dreiseitigen Prismen, je zwey ein rhombisches Prisma bilden, so kann das sechsseitige Prisma als Grundgestalt, wie aus drey rhombischen Prismen zusammengesetzt betrachtet werden.

Diese verschiedenen Körper, und noch einige vierseitige Prismen hinzugenommen, begreifen alle bis jetzt wahrgenommenen Körper der Durchgänge, oder alle Grundgestalten in sich, und man kann daher den Satz aufstellen, daß alle Grundgestalten, als aus Parallelepipeden zusammengesetzt betrachtet werden können.

Diese Parallelepipede, aus denen eine Grundgestalt auf solche Weise zusammengesetzt ist, sind von Haüy subtraktive Massetheilchen (molecules sonstractives) genannt worden, weil er sich derselben mit großem Vortheil zur Erleichterung der Berechnung der Subtraktionen von Reihen der Massetheilchen, wovon sogleich die Rede seyn wird, bedient.

§. 98. Der Beschaffenheit der polyedrischen Körper nach, welche man an einem krystallisirten Mineral, bey Beobachtung der Durchgangsebenen bemerkt, begreift man wohl, daß Haüy seine Grundgestalt (§. 95.) als Typus aller Krystalle dieses Minerals ansah.

Ist ein Krystall der Grundgestalt ähnlich, so unterscheidet man ihn von den anderen Krystallen dieser Substanz durch den Beinamen Kernform (primitif); und nennt alle anderen Krystalle im Gegensatze abgeleitete (secondaires).

Die oben aufgezählten Körper der Durchgänge begreifen alle bis jetzt beobachteten Grundgestalten in sich. Was

die sekundären Gestalten anbetrifft, so gehören sie alle zu den von uns sogenannten Hauptgestalten der Krystalle, welche oben (§. 61.) in einer Tabelle zusammengestellt sind. Haüy nennt nicht nur auch die Arten dieser Hauptgestalten, sondern auch die Resultate der verschiedenen möglichen Modifikationen derselben (siehe den 5ten Abschnitt), und sogar die mannigfachen Verbindungen dieser Resultate an einem Krystall, eigene sekundäre Gestalten. Bey der Beschreibung eines Minerals unterscheidet er jede vorhandene abgeleitete Gestalt durch ein eigenes charakteristisches, dem Namen der Gattung angefügtes, Beywort.

Auch kann derselbe Körper, Grundgestalt des einen Minerals und abgeleitete Gestalt eines anderen seyn. So ist zum Beyspiel das regelmäßige Oktaeder Grundgestalt des Flußspaths, und sekundäre im Bleyglanz, das regelmäßige Rautendodekaeder kömmt als abgeleiteter Krystall des Spinells, und als Grundgestalt bey der Zinkblende vor; das Triangulär-Dodekaeder, die Grundgestalt des phosphorsauren Bleyes, ist sekundäre Gestalt im Korund, u. s. w.; und man begreift leicht, daß dieses der Fall seyn muß, da eine Gestalt in die andere, wie wir gezeigt haben (6ter Abschnitt) übergehen kann. Diese Aehnlichkeit der Gestalten zwischen den Grundkrystallen und den sekundären in zweien Gattungen, bringen aber nur für die vier regelmäßigen Polyeder eine Identität in den Winkeln mit sich; in anderen Fällen, wie z. B. in dem letzteren der eben genannten, haben die ähnlichen Krystalle zweier Mineralgattungen auch verschiedene Winkel.

§. 99. Nachdem in den vorhergehenden §§. die Gestalt der verschiedenen an den Krystallen wahrnehmbaren Polyeder bestimmt, die Grundgestalt eines Minerals als Haupttypus aller anderen Krystalle desselben angenommen, und die Erklärung von abgeleiteten Gestalten oder Krystallen gegeben worden, müssen nun die symmetrischen Verhältnisse angezeigt werden, welche diese sekundären Gestalten mit der Grundgestalt verbinden.

Aus dem im 5ten Abschnitt über die constante Symmetrie Gesagten, welcher die Natur in den Modifikationen der

Krystalle folgt, läßt sich vermuthen, daß, wenn in einer sekundären Gestalt zwei Flächen ähnlich gelagert sind, sie zweien Theilen (Kanten oder Ecken) der Grundgestalt entsprechen müssen, welche unter einander gleich gelagert sind. Es wird daher hinreichen, das symmetrische Verhältniß, zwischen *einer* der sekundären Flächen und dem ihr entsprechenden Theile der Grundgestalt zu bestimmen; denn das relative Verhältniß bei der anderen Fläche wird ganz wie bei den ersteren seyn. Eben dieß wäre der Fall, wenn die sekundäre Gestalt eine größere Anzahl von ähnlichen Flächen hätte, und auch, wenn alle ihre Flächen gleich wären. So z. B. wenn beim regelmäßigen Rautendodekaeder, als einer von dem Würfel abgeleiteten Gestalt (weil seine zwölf Flächen identisch sind und den zwölf Kanten des Würfels entsprechen §. 85, Fig. 78), das Verhältniß zwischen einer seiner Flächen und der ihr entsprechenden Würfelkante, oder vielmehr das zu der, an diese Kante gränzenden Würfelfläche bestimmt ist, so hat man auch die relativen Verhältnisse der anderen Flächen, da sie alle der ersteren gleich sind. Daraus folgt, daß *die Bestimmung des symmetrischen Verhältnisses zwischen einer sekundären Gestalt und der Grundgestalt sich reducirt, auf das Verhältniß zwischen einer, von jeder Art, ihrer Flächen und dem entsprechenden Theile der Grundgestalt aufzufinden*, oder genauer, *das Gesetz anzugeben, von dem die Neigung dieser sekundären Fläche zu einer ihr entsprechenden primitiven Fläche abhängt.*

§. 100. Sobald die Massetheilchen eines Körpers in den festen Zustand übergeben, oder von dem Auflösungsmittel verlassen werden, streben sie sich durch die ihnen eigenthümliche Anziehungskraft zu vereinigen. Wenn diese Anziehung nicht durch fremde Umstände, von außen her, modificirt wird, so läßt sich vermuthen, daß die Theilchen bei ihrer Vereinigung ihre Grundgestalt beibehalten, und sich in allen Richtungen auf gleiche Weise aneinander fügen werden. Ist z. B. ihre Grundgestalt würflich, so werden sie durch ihre Vereinigung

einen Würfel bilden, und dieser Würfel wird auf jeder seiner Flächen wachsen durch auf einanderfolgende Blättchen, von denen jedes aus kleinen Würfeln zusammengesetzt seyn wird. Die Fig. 123, welche einen Würfel darstellt, der aus Blättchen besteht, die sich in allen Richtungen kreuzen und einander gegenseitig in kleine Würfel theilen, soll zur Verdeutlichung dieser Vorstellung dienen.

Nimmt man aber an, daß irgend eine äußere Kraft als Störung der Modificirung der Anziehungskraft in einer bestimmten Richtung hinzukömmt, z. B. an einer Kante ab in den kleinsten würfelichen Massentheilchen *), so läßt sich vermuthen, daß vom Anbeginn der Wirkung dieser Kraft die Theilchen sich in jener Richtung in geringerer Anzahl als in den anderen ansetzen werden; und da diese Wirkung nothwendig bei allen neuen Theilchen, die sich ansetzen wollen, statt findet, so wird das Resultat seyn, daß immer jedes Massentheilchens-Blättchen, mit dem unter ihm liegenden verglichen, weniger als dieses ausgedehnt seyn wird, um eine constante Quantität, die gleich ist einer oder mehreren Reihen von Massentheilchen, und daß diese Quantität für jedes Blättchen gleich seyn wird. Haüy drückt dieses Resultat durch die Worte aus, jedes Blättchen hat eine Abnahme auf einer Kante erlitten.

Man begreift, daß wenn diese fremde modificirende Kraft gegen eine Ecke, oder, was dasselbe ist, gegen die Diagonale gerichtet wäre, man eine Abnahme an einer Ecke erhielte; und ebenso eine mittlere Abnahme, wenn die Richtung in einer mittleren Linie zwischen Kante und Diago=

---

*) Es versteht sich aus dem Symmetriegesetze, daß diese Wirkung zugleich auch auf die anderen Kanten, die eine gleiche Lage gegen die Grundgestalt haben, statt findet, und folglich in einem Würfel auf allen Kanten; aber nach dem im vorigen §. Gesagten können wir der Deutlichkeit wegen, nur eine betrachten. Unter §. 102 werden wir untersuchen, welches das allgemeine Resultat dieser modificirenden Kräfte (oder Abnahmen) bei der Hervorbringung der sekundären Krystalle seyn kann.

nale sich befände. Dieses Wort Abnahme drückt aus, daß bei der Bildung des Krystalls, eine gewisse Anzahl Massentheilchensreihen jedem, nach und nach an eine bestimmte Fläche sich befestigenden Blättchen entzogen (abgenommen) worden seyen, indem diese Reihen entweder mit einer Kante, oder einer Diagonale, oder einer zwischen beiden inne liegengenden (mittleren) Linie, parallel entnommen wurden.

Die Fig. 117 stellt eine Reihe von Blättchen dar, abnehmend parallel der Kante ab eines Würfels auf der Fläche abcd; die Fig. 122 zeigt ein ähnliches Resultat auf der Ecke a dieses Würfels über derselben Fläche, und die Figuren 119, 120, 121 stellen drei auf einander folgende Blättchen von Fig. 122 dar, um diese Abnahme zu verdeutlichen.

Es ist zu bemerken, daß die Hinwegnahme der Reihen parallel einer Kante, wie ab, ohne Unterschied von beiden Seiten dieser Kante betrachtet werden kann, sowohl an den, auf die Fläche abcd parallel angebrachten Blättchen, wie sie die Figur zeigt, als auch an jenen, die der Fläche abgf parallel angesetzt worden; ebenso muß man, wenn die Abnahme auf einer Ecke stattfindet, unterscheiden, welche unter den, diese Ecke bildenden Flächen, die, den Blättchen, welche die Abnahme erlitten haben, parallele ist, oder vielmehr, an welcher Fläche man sie betrachten will.

Da in jedem Falle die Abnahme, wie groß auch die Anzahl n der subtrahirten Reihen sey, für jedes Blättchen, wie eben gesagt wurde, gleich seyn muß, so folgt, daß in Fig. 117 alle hervorspringenden Kanten rr′, rr′,.... und mn der auf einander folgenden Blättchen in einer Ebene mit der Kante ab liegen werden, und daß ebenso in Figur 122 alle vorspringende Ecken t, t, t... derjenigen Massentheilchen, die an die subtrahirten granzten, in einer Ebene liegen werden, welche die obere Fläche, parallel der Diagonale, die von d nach b geht, schneiden wird; und da die Dicke jedes Blättchens unendlich klein ist, so folgt, daß in jedem von beiden Fällen diese hervorspringenden Kanten oder Ecken wirklich eine zusammenhängende Ebene, oder eine sekundäre Fläche bilden werden.

§. 101. Wir haben gesagt, daß die Abnahme an jedem Blättchen durch Subtraktion einer oder mehrerer Reihen von Massentheilchen statt findet; aber nichts steht der Annahme entgegen, daß die die Abnahme bewirkende Kraft in gewissen Fällen auch fähig sey, eine gleiche Subtraktion auf zwei oder mehrere Blättchen zugleich zu bewirken, was man auch so vorstellen kann, daß die Dicke oder Höhe jeder abnehmenden Schichte anstatt die eines Massentheilchens zu seyn, wie wir vorhin sagten, zweien oder mehreren Höhen von Massentheilchen gleich sey. Wenn man z. B. zuerst annimmt, daß diese Höhe jedes abnehmenden Blättchens zweien Höhen von Massentheilchen gleich ist, und daß eine Reihe entzogen worden, so ist klar, daß wenn man dann jedes Blättchen so weit wegnimmt, bis man nur, wie oben, die Höhe eines Massentheilchens hat, die Abnahme in der Breite betrachtet, nur die einer halben Reihe von Massentheilchen ist; in anderen Fällen kann sie $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{2}$ u. s. w. seyn.

Die Anzahl n der entzogenen Reihen in die Breite an einem Blättchen kann also ganz oder bruchweise geschehen. Ist sie ganz, so sagt man, daß die Abnahme einfach ist und in die Breite geschieht; ist sie bruchweise, so unterscheidet man gewöhnlich den Fall, wo der Zähler 1 ist, und nennt alsdann die Abnahme einfach und in die Höhe; wenn der Zähler nicht 1 ist, so sagt man, die Abnahme ist eine gemischte, nämlich sie geschieht zugleich in die Höhe und in die Breite.

Die Figuren 117 und 122 haben uns schon eine einfache Abnahme in die Breite um eine Reihe an einer Kante und an einer Ecke gezeigt. Die Figur 104 (welche ein Durchschnitt des Würfels Fig. 123, parallel der Fläche abgf ist) zeigt, 1) an der Kante bc auf der Fläche bcgh eine einfache Abnahme in die Breite um zwei Reihen ($n=2$); 2) an derselben Kante bc auf der Fläche abcd eine einfache Abnahme in die Höhe um zwei Reihen ($n=\frac{1}{2}$); 3) an der Kante ad auf der Fläche adef eine gemischte Abnahme um drei Reihen in die Breite und zwei in die Höhe ($n=\frac{3}{2}$).

Wir bemerken hier bei Gelegenheit der Abnahmen auf beiden Seiten einer Kante, daß sie eigentlich im Allgemeinen zwei Flächen hervorbringen müssen, daß sie aber auch nur eine einzige bilden können, wie man an den eben erwähnten Abnahmen auf der Kante bc von Fig. 124 sehen kann; dann ist Abnahme in die Breite der einen Seite, Abnahme in die Höhe auf der anderen, und so umgekehrt; nämlich, wenn auf der einen Seite $n = \frac{p}{q}$ so muß auf der anderen $n' = \frac{q}{p}$ seyn. So hätte man in den beiden, als an der Kante bc stattfindend angeführten Beispielen $n = 2$ und $n' = \frac{1}{2}$. Eben dieß Resultat würde statt haben, wenn $n = 1$ und $n' = 1$ wäre.

In der Erklärung, welche wir von den Arten der Abnahmen gegeben haben, sprachen wir nur immer von einer einzigen Kante und nur auf einer Seite dieser Kante, oder auf einer einzigen Ecke und gegen eine der dieselbe bildenden Ebenen.

Wir haben gezeigt (§. 99), daß das symmetrische Verhältniß einer sekundären Gestalt zur Grundgestalt eines Minerals abhänge von dem einer sekundären Fläche jeder Art gegen die correspondirenden Theile der Grundgestalt; und es versteht sich daher, daß dem symmetrischen Gang der Natur, bei den Modifikationen der Krystalle, gemäß, jeder identische Theil der Grundgestalt auf dieselbe Art modificirt werden, oder dieselbe Abnahme erleiden muß.

Daraus folgt, daß die Abnahme auf der Kante ab eines Würfels (Fig. 117) auf allen anderen Kanten desselben gleichfalls statt findet; und wenn diese Abnahmen in einer Reihe bestehen (woraus, wegen Identität zwischen den Dimensionen der Grundgestalt folgt, daß die sekundäre, auf einer Kante erzeugte Fläche, gleich gegen die beiden, dieser Kante anliegenden Flächen geneigt ist) so bildet die Vereinigung der durch alle diese Abnahmen erzeugten Flächen den von Fig. 118 (zum Theil, bloß damit man den ursprünglichen Würfel unterscheide) dargestellten Körper, in welchem man leicht das regelmäßige Rautendodekaeder (Fig. 38) erkennt. Die Abnahme, welche auf der Kante bc (Fig. 124) des Würfels statt findet, um zwei Reihen in die Höhe oder eine halbe

Reihe in die Breite auf einer Seite dieser Kante, und um zwei Reihen auf der anderen, erzeugt eine Fläche kl; und da diese ebenso auf allen zwölf Kanten des Würfels sich bilden muß, so entsteht zuerst der Körper von Fig. 82, wo diese zwölf sekundären Flächen mit dem Buchstaben e bezeichnet sind, und durch größere Ausdehnung dieser e Flächen (zum Verschwinden der sechs Würfelflächen) das symmetrische Pentagonal-Dodekaeder (Fig. 41).

Wenn die Abnahme auf der Ecke eines Würfels (Fig. 122) um eine Reihe statt findet, so wird die sekundäre Fläche gleichmäßig gegen die drei anliegenden Urflächen geneigt seyn, wie man aus Fig. 122, und aus den Linien lk, kx, lx, in Fig. 123, beurtheilen kann; und da eben die Abnahme zugleich auf den acht Ecken vor sich geht, so wird das Resultat zuerst der in Fig. 77 dargestellte Körper seyn, woraus später durch Ausdehnung der acht sekundären Flächen das regelmäßige Oktaeder (Fig. 21) entsteht.

Die Fig. 81 stellt das Resultat einer Abnahme um zwei Reihen auf jedem der drei, die Ecke des Würfels bildenden ebenen Winkel dar. Eben diese Figur wird bei größerer Ausdehnung der vier und zwanzig sekundären Flächen, das Trapezoeder (Fig. 49).

Diese Beispiele reichen schon hin, zu zeigen, wie sekundäre Krystalle durch Abnahmen auf den ähnlichen Theilen der Grundgestalt entstehen können.

§. 103. In allen Betrachtungen der beiden vorhergehenden Paragraphen, über die verschiedenen Arten der Schätzung der Abnahmen, in den mancherlei Fällen, und über deren Resultate, haben wir nur von Abnahmen auf einer Kante oder Ecke gesprochen, und die andere Art der Abnahme, die mittlere (§. 100) nämlich, ganz übergangen. Wir sagten aber, daß die Richtung der entzogenen Reihen alsdann einer, zwischen einer Kante und einer Diagonale in der Mitte liegenden (mittleren) Linie, parallel sey. Der untere Theil von Fig. 124 wird zur Verdeutlichung dieser Idee dienen. Die Linie su, su, der, der Ecke f gegenüberstehende Diagonale parallel, stellen die allmähligen Schritte einer gewöhn=

lichen Abnahme; auf der Ecke f um eine Reihe in die Breite dar; die Linien it, it aber der Ecke g entgegengesetzt, stellen, da sie keiner Diagonale parallel sind, den Gang einer mittleren Abnahme am Winkel g dar.

Zur Bestimmung der Resultate dieser Abnahme muß man zuerst für jedes Blättchen die Menge der Massentheilchen, oder vielmehr die Menge von kleinen Endkanten der Massentheilchen angeben, welche jeder der beiden anliegenden Kanten gb und gf entzogen ist, wodurch die Lage der Linie it bestimmt wird; dann zeigt man, wie gewöhnlich, die Abnahme in die Höhe und Breite an. So ist z. B. die in der Figur angegebene mittlere Abnahme gegen die Kante fg mit zwei entzogenen Massentheilchen, und mit einem gegen die Kante bg gerichtet, und geschieht durch Entziehung einer einzigen Reihe in die Breite.

Wir werden auf diese Art der Abnahme nicht wieder zurückkommen, da sie sich sehr selten findet *), und Haüy überdieß gezeigt hat, daß man sie immer zurückführen kann,

---

*) Oder genauer, da man sie selten zu bestimmen braucht: denn bei jeder Abnahme an einer Ecke (der Fall ausgenommen, wo nur eine Reihe entzogen ist) giebt es von den drei Richtungen, in denen man sie zu betrachten im Stande ist, d. h. von den drei angränzenden Flächen, auf die man sie beziehen kann, stets wenigstens zwei, für die sie eine mittlere ist. Um sich hiervon zu überzeugen, nehme man an, eine sekundäre Fläche gehe durch die Diagonalen der drei Flächen eines primitiven Parallelepipedums. Diese Ebene wird in Beziehung auf jede der drei Flächen, das Resultat der gewöhnlichen Abnahme an einer Ecke um eine Reihe seyn; wenn aber diese Ebene nur durch eine Diagonale einer dieser Flächen geht, so wird sie die beiden anderen Flächen in einer, zwischen einer Kante und Diagonale liegenden Linie schneiden. Die Abnahme wird also nur für die erstere Fläche eine gewöhnliche, für jede der beiden anderen aber eine mittlere seyn; aber man begreift, daß die Bestimmung dieser beiden letzteren Abnahmen nothwendig eine Folge der ersteren ist, auf die man sich stützen muß. Wenn daher gesagt wird, daß eine mittlere Abnahme nicht oft vorkomme, so heißt dieß, es sey selten, daß die Abnahme auf einer Ecke zugleich für alle an die Ecke stoßenden Flächen, eine mittlere sey.

auf eine gewöhnliche Abnahme an Kanten oder Ecken einer anderen sekundären Gestalt desselben Minerals, welche selbst durch eine gewöhnliche Abnahme aus der Grundgestalt erzeugt ist.

§. 104. Zur Bezeichnung der verschiedenen Arten von Abnahmen, die an einem Krystall statt finden, hat Haüy eine sehr einfache Methode, welche mit den algebraischen Zeichen einige Aehnlichkeit hat, ersonnen.

Diese besteht zuerst darin, jede Kante und jede Ecke (von verschiedener Art) einer jeden Grundgestalt mit einem großen Buchstaben zu bezeichnen; die ersten Consonanten B, C, D, F, G, H sind für die Kanten, und die Vokale A, E, I, O für die Ecken. Man bezeichnet auch jede Fläche der Grundgestalt mit einem großen Buchstaben P, M, T. Aus dem (§. 97) Gesagtem, daß alle Grundgestalten auf Parallelepipede zurückgeführt werden könnten, versteht es sich, daß die Anzahl der eben genannten Buchstaben hinreicht zur Bezeichnung aller Kanten, Ecken oder Flächen (von verschiedener Art) des am wenigsten symmetrischen Parallelepipedums, und folglich auch der Oktaeder und anderer, auch der unregelmäßigsten Grundgestalten, wenigstens unter den bis jetzt beobachteten.

Die Figur 125 stellt ein Parallelepipedum in dem verwickeltsten Falle dar (es ist ein vierseitiges Prisma, mit schiefer nicht symmetrischer Basis [siehe §.39], die Grundgestalt des Kupfervitriols), wo jede Fläche, Ecke oder Kante von verschiedener Art ihren eigenthümlichen Buchstaben hat. Man sieht wohl ein; daß je symmetrischer die Grundform, desto mehr gleiche Theile, und folglich auch weniger bestimmende Buchstaben, vorhanden seyn werden. So hat die Fig. 126 ein gerades Prisma mit rechtwinklicher Basis (die Grundgestalt des Peridots) nur einen Buchstaben A für die Ecken, und drei B, C, G für die Kanten nöthig. Beim Würfel und regelmäßigen Oktaeder ist nur ein Buchstabe P für die Flächen, einer B für alle Kanten, und einer A für alle Ecken nöthig *).

*) Einige Ausnahmen in besonderen Fällen ausgenommen, wie bei der würflichen Grundgestalt des Eisenkieses u. s. w. nach Gründen, die hier nicht entwickelt werden können.

Man wählt ferner für jede Art von sekundären Flächen in einem Krystalle einen kleinen Buchstaben, und beschreibt diesen Krystall, indem man alle diese Flachen bezeichnenden Buchstaben zusammenstellt. So muß man einen Krystall des Peridots (Fig. 100) der zugleich primitive und sekundäre Flachen zeigt, wenn man ihn mit seiner Grundgestalt (Fig. 106) vergleicht, durch Zusammenstellung folgender Buchstaben bezeichnen M, n, T, d, e, k, P.

Um nun außer dieser ersten Anzeige von den Flächen des Krystalls, noch die jede sekundäre Fläche erzeugende Abnahme zu bezeichnen, schreibt man über jeden kleinen, eine sekundäre Fläche bezeichnenden Buchstaben, den für die Kante oder Ecke der Grundgestalt angenommenen großen Buchstaben (auf welcher die, die sekundäre Fläche hervorbringende Abnahme statt findet) und verbindet mit diesem Buchstaben eine Zahl, welche den Werth n der subtrahirten Reihen angiebt. Die Stellung dieser Zahl zur rechten, zur Linken, oder auf beiden Seiten zugleich, ober- oder unterhalb dem Buchstaben zeigt, bestimmten Annahmen gemäß an, nach welcher Seite (d. h. gegen welche der, der Kante oder Ecke anliegenden primitiven Flächen) die sekundäre Fläche gerichtet ist u. s. w,; eine eigenthümliche Zusammenstellung dient zur Bezeichnung der mittleren Abnahme.

Wenn man diese Methode auf den schon genannten sekundären Krystall des Peridots anwendet (Fig. 100), so bezeichnet man denselben folgendermaßen: $\left\{\begin{array}{ccccccc} & {}^{1}G^{1} & & \overset{1}{C} & \overset{1}{A} & \overset{\frac{1}{2}}{B} & \\ M & & T & & & & P \\ M & n & T & d & e & k & P \end{array}\right\}$, welches anzeigt: 1) daß die Fläche n erzeugt ist durch Abnahme um eine Reihe auf jeder Seite der Kante G der Grundgestalt (Fig. 126); 2) daß die Fläche d das Produkt einer Abnahme um eine Reihe auf der Kante C in der Richtung der Basis P ist; 3) daß ebenso die Fläche e das der Abnahme um einer Reihe an der Ecke A in der Richtung der Basis sey; 4) daß die Fläche k von einer Abnahme um eine halbe Reihe an der Kante B auf der Basis herrühre; und 5) daß die drei primitiven Krystallflächen P, M, T noch vorhanden sind.

Wir begnügen uns hier mit dieser beschränkten Anzeige des geistreichen Mechanismus, durch welchen Haüy seine verschiedenen krystallographischen Resultate kurz und wie in einer Tabelle auseinandersetzen und das Studium derselben erleichtern konnte. Die, welche jene repräsentative Methode der Krystalle gründlich studiren wollen, müssen Haüy's Traitè de minéralogie T. I, p. 109 — 135. dabei zu Rathe ziehen.

§. 105. Nachdem diese Vorstellung von der Erzeugung sekundärer Flächen, und im Allgemeinen sekundärer Krystalle durch Abnahme der Krystallblättchen hinlänglich verdeutlicht ist, muß jetzt gezeigt werden, wie man in jedem besonderen Falle, zur Bestimmung des numerischen Werthes der Anzahl entzogener Reihen gelange; denn begreiflich ist es dieser Werth, der das Verhältniß zwischen einer sekundären Fläche und der zum Typus jedes Krystallsystems gewählten Grundgestalt ausdrückt.

Um hierzu zu gelangen, ist vor allen Dingen eine genaue Kenntniß der Grundgestalt nöthig, sowohl was ihre Winkel als relativen Dimensionen anbetrifft; denn man sieht ein, daß der Werth der Zahl, welche die subtrahirten Reihen bestimmt, einzig auf dem Maaße der Art von Treppenstufe roa (Fig. 117) beruht, welche von den Reihen entzogener Massentheilchen an dem ersten und ebenso an allen anderen Blättchen leer geworden, und daß die Gestalt und Ausdehnung dieser Treppenstufe von den Dimensionen und Winkeln des Massentheilchens abhänge.

§. 106. Die bekannten Grundgestalten sind: der Würfel, das regelmäßige Oktaeder und Tetraeder; das regelmäßige Rautendodekaeder; das Rhomboeder; verschiedene gerade und schiefe vierseitige Prismen; das regelmäßige sechsseitige Prisma; verschiedene symmetrische Oktaeder, und das gleichschenkliche Triangulär-Dodekaeder. (Siehe das, was wir oben §. 63 von den verschiedenen Körpern der Durchgänge gesagt haben).

Bei den vier ersteren, oder den regelmäßigen Körpern, kennen wir die Dimensionen, da die Identität der Winkel und

die der Modifikationen uns ihre Gleichheit bewiesen; und eben diese Identität in den Winkeln gab uns Mittel an die Hand, sie genau zu erhalten.

Bei allen anderen Gestalten lehren uns die Winkelmaaße und Beobachtung der Modifikationen nicht ihre Dimensionen kennen. Nur in manchen Fällen zeigen sie uns, daß sie nicht von zweierlei Art sind; daß z. B. ein vierseitiges Prisma gleichseitig ist. Uebrigens müssen wir auch beim Winkelmessen uns an die Resultate des Goniometers halten, und haben wenigstens a priori keine Mittel den bestimmten Werth derselben zu berechnen.

Wir wollen jedoch einmal annehmen, die Dimensionen und Winkel seyen bekannt, und sehen, wie man daraus den Werth der Zahl von entzogenen Reihen, was wir allgemein mit n bezeichneten, finden könne.

Alle Grundgestalten, die nicht Parallelepipeda sind, können in solche umgewandelt werden, durch eine Umbildung, welche die Resultate ihrer symmetrischen Vereinigung nicht ändert (siehe §. 97), und wir brauchen daher hier bloß parallelepipedische Grundgestalten zu betrachten; es sind also zur hinreichenden Bestimmung der Grundgestalt nur drei Dimensionen und drei Winkel zu wissen nöthig.

Es seyen also m, p, h die drei Ur-Dimensionen; als solche kann man willkührlich die drei Kanten des Prismas, oder Diagonalen, oder in gewisser Richtung, an dem Körper gezogene Perpendikel annehmen. Ebenso seyen i, o, u die drei Ur-Winkel des Parallelepipedums, oder vielmehr drei sie darstellende trigonometrische Linien. Diese drei Winkel kann man willkührlich aus den sechs (dreien ebenen und dreien Neigungs-) Winkeln, die die Ecke bilden, auswählen. Auch könnte man statt den trigonometrischen Linien jedes Winkels, die, den drei verschiedenen ebenen Winkeln gegenüberstehenden Diagonalen nehmen.

Zur Vereinfachung nehmen wir hier an, daß m, p, h drei Kanten, und i, o, u trigonometrische Linien der drei ebenen Winkel bezeichnen. So setzen wir im Parallelepipedum PMT (Fig. 127), welches irgend eine Grundgestalt darstellt,

die Kante ad = m, ab = p, af = h, den ebenen Winkel baf oder afg (nämlich dessen Sinus, Cosinus oder Tangente) = i, den Winkel dab oder adc = o, und den Winkel daf oder ade = u.

Um übrigens den folgenden Calkul, in den wir die Neigungswinkel mit hineinziehen müssen, zu erleichtern, bemerken wir, daß die, diese Winkel darstellenden trigonometrischen Linien, in Funktionen von den gegebenen i, o, u, welche die ebenen Winkel bezeichnen, erhalten werden können *).

Es sey also der Neigungswinkel von P auf T = I, der von M auf P = O, und der von M auf T = U; indem jede dieser Größen I, O, U eine Funktion von den Gegebenen i, o, u ist.

Jetzt wollen wir nun unsere Berechnung für den Werth von n verfolgen, und zwar zuerst in dem Fall der Abnahme an einer Kante.

Es sey S eine sekundäre auf der Kante ab des Parallelepipedums PMT erzeugte Fläche (Fig. 127); durch irgend einen Punkt x der Kante ab führe man eine auf diese Kante senkrechte Ebene. So erhält man ein Dreieck qxv, gebildet von den drei Durchschnittslinien qx, qv und vx dieser Ebene, 1) mit der primitiven Fläche P, 2) mit dem auf P angebrachten Schnitte (der parallel T ist) des ersten abnehmenden Blättchens, 3) mit der Ebene S; und man bemerkt leicht, daß die Neigung der sekundären Fläche S auf die primitive P gemessen werden kann durch den Winkel x des Dreiecks qvx, das Haüy, dieser Eigenthümlichkeit wegen, das Messungsdreieck genannt hat.

---

*) Denn es sind die drei gegebenen ebenen Winkel, baf, dab, daf, die drei Seiten eines sphärischen Dreiecks, das seinen Gipfel in a hat, und dessen drei Winkel die drei Neigungswinkel P auf T u. s. w. des Parallelepipedums sind; und es ist bekannt, daß man in einem sphärischen Dreieck stets die drei Winkel vermittelst der drei Seiten bestimmen kann.

Wir können nun in diesem Dreiecke den allgemeinen Ausdruck des Sinus oder der Tangente dieses Winkels x in einer Funktion der gegebenen Dimensionen und Winkel, wie auch der Zahl n der entzogenen Reihen suchen; so werden wir eine Gleichung erhalten, in der nur tang x und n unbekannt seyn werden. Wenn wir aber mit dem Goniometer den Winkel von S auf T messen, und davon den bekannten Neigungswinkel von P auf T abziehen, so erhalten wir den Winkel S auf P, oder den Winkel x, und folglich den numerischen Werth seiner Tangente in Theilen des Radius vermittelst der logarithmischen Tafeln. Bringt man diesen Werth der Tangente in die Gleichung, so kann man aus derselben den allgemeinen Werth für n in bekannten Größen ausgedrückt finden.

In dem Messungsdreiecke qvx kennt man den Winkel q, der dem Winkel von P auf T gleich ist, dargestellt durch I; der Seite qv ist eine senkrecht gezogene Linie in dem abnehmenden Blättchen (dessen Höhe gleich der des Massentheilchen angenommen wird), zwischen zwei ab und fg analogen parallelen Kanten; der Werth von qv wird also bloß von den Kanten af = h und dem Winkel afg = i abhängen. Durch ähnliche Schlüsse muß auch der Werth der Seite qx von der Seite ad = m und dem Winkel adc = o und außerdem von den Mengen n der entzogenen Reihen abhängen.

Man kennt also im Dreiecke qvx zwei Seiten und den eingeschlossenen Winkel, und kann daher den Winkel x daraus berechnen, d. h. eine seiner trigonometrischen Linien, z. B. seine Tangente; deren Werth nach dem oben Gesagten, eine Funktion seyn wird, die aus den Seiten h und m, aus den beiden ebenen Winkeln i und o, und aus dem Neigungswinkel I zusammengesetzt ist. Setzt man also $\tang x = \vartheta$, so erhält man $\vartheta = f\,(h, m, i, o, I, n)$.

Wir haben die sekundäre Fläche von P aus betrachtet; wollten wir sie von T aus bestimmen, so würden wir eben ein solches Messungsdreieck erhalten q'v'x; wo wir dann als tang q'xv' eine aus denselben bekannten Elementen zusammen-

gesetzte Funktion wie oben erhalten werden, nur werden sie anders combinirt seyn *).

Wendet man dieß auf die sekundäre Fläche einer anderen Kante an, wie z. B. auf ad, so würde man für die Tangente ϑ' des Winkels, den sie mit einer angränzenden primitiven Fläche bildet, einen ganz ähnlichen Werth erhalten, nämlich $\vartheta' = f\ (h, p, o, u, O, n)$. Endlich für eine sekundäre Fläche auf der Kante af bekäme man $\vartheta'' = f\ (m, p, u, i, U, n)$.

Die Aehnlichkeit dieser drei Funktionen erlaubt uns, bloß bei der ersteren stehen zu bleiben; und man kann also sagen, daß bei der Abnahme auf einer Kante der Sinus oder die Tangente der Neigung einer sekundären Fläche gegen die sie erzeugende primitive Fläche gleich ist einer Funktion, die zusammengesetzt ist, 1) aus zwei anderen Kanten, als die, worauf die Abnahme statt findet; 2) aus trigonometrischen Linien, welche die beiden ebenen Winkel darstellen, von denen ein Schenkel die Kante der Abnahme ist; 3) aus einer trigonometrischen Linie, welche den an eben dieser Kante gebildeten Neigungswinkel darstellt; 4) endlich, aus der Zahl n der entzogenen Reihen. Nun kann man der Art und Weise gemäß, wie n sich in der Funktion verbunden findet, den Werth desselben herausziehen, welcher sich ergiebt als: $n = F\ (h, m, i, o, I, \vartheta)$, eine Funktion, in der alles, ϑ ausgenommen, bekannt ist, da I eine Funktion von i, o, u ist. Wenn man den Winkel von S auf P mit dem Goniometer mißt, wie dieß eben gezeigt wurde, und aus den Tafeln den numerischen Werth seiner Tangente ϑ nimmt, so erhält man den numerischen Werth von n.

§. 107. Wenn die Abnahme an einer Ecke statt findet, z. B. an der Ecke d (Fig. 127), oberhalb der Fläche P, so erhält man gleichfalls ein Messungsdreieck $v''q''d$. Es wird gebildet in einer, durch den Punkt d senkrecht auf die von a nach c gehende Diagonale, gelegten Ebene,

*) Der einzige Unterschied ist, daß n direkt mit h und i dann verbunden ist, anstatt, wie oben, es mit m und o zu seyn.

von drei Durchschnitten dieser Ebene 1) mit der sekundären Fläche, 2) mit der Ebene P, 3) mit einer, auf den hervorspringenden Kanten der Massentheilchen des ersten Ueberlagerungs-Blättchens (wie st, st Fig. 119) angebrachten Ebene. Diese Ebene ist der diagonalen Ebene ackf parallel. Man nimmt bald wahr, daß der Winkel d dieses Messungsdreiecks gleich ist der Neigung der sekundären Fläche auf die P-Fläche.

In dem Dreiecke $v''q''d$ nun, ist es eben so leicht wie oben, die Werthe für die Seiten dq'' und $v''q''$ und den Winkel $v''q''d$ zu finden aus den angenommenen Hauptdaten des Parallelepipedums und der Zahl n der entzogenen Massentheilchen. Man kann also den Winkel d in Funktionen eben jener Daten (nämlich der Dimensionen m, p, h — der Winkel i, o, n — und n) ausdrücken, und daraus kann man auch den Werth von n folgern.

Wenn man diese Rechnung weiter verfolgt, so findet man für n eine Funktion, die von der eben für den Fall der Abnahme an einer Kante gefundenen, sich (wie dieß der Fall seyn muß) unterscheidet: erstlich durch eine etwas verschiedene Combination der Theile der Funktion, und 2tens dadurch, daß diese Funktion zugleich die drei Dimensionen m, p, h enthält, während die für Kantenabnahmen nur immer zwei zugleich enthielten. Der letztere Unterschied hängt mit der Natur der von uns angenommenen Daten zusammen. Wenn wir für die Dimensionen, mit Beibehaltung von $af = h$, die Diagonale $bd = m'$ und die Diagonale $ac = p'$ annähmen; wenn wir ferner, statt der eben angenommenen Winkel, den Winkel zwischen beiden Diagonalen $= o'$, den Winkel zwischen der Diagonale ac und der Seite $af = i'$, den Winkel zwischen der Diagonale bd und der Seite $bg = u'$, und folglich den Neigungswinkel zwischen der Fläche P und der diagonalen Ebene $ackf = I'$, den zwischen P und der diagonalen Ebene $bdeg = O'$ (weil I' und O' Funktionen von $i'o'u'$ sind) substituirt hatten, so würden wir erhalten haben, für den Fall der Abnahme an die Ecke d oberhalb der P-Fläche, $n = F(h, m', i', o', I', \vartheta)$, und bei der Abnahme auf der Ecke a über der Fläche P, $n = F(h, p', o', u', O', \vartheta)$, Funk-

tionen, die ganz ähnlich denen sind, die für die Abnahme auf einer Kante gefunden wurden (§. 106). Freilich ist diese Funktion nur anwendbar in dem Falle, wo die Abnahme in Rücksicht auf die Fläche P betrachtet wird, und man müßte, um in den beiden anderen Fällen ähnliche Funktionen zu erhalten, wieder ähnliche Data aufstellen. So z. B. wenn man die Abnahme von M aus betrachtete, müßten die Data seyn $ab = p$, die Diagonale $df = m''$, die Diagonale $ae = h''$ 2c.

Da man aber, wenn man die Dimensionen und Winkel einer Grundgestalt, d. h. die numerischen Verhältnisse, als a priori gegeben, voraussetzt, stets die numerischen Verhältnisse zwischen den neuen Daten m', p'. i', o', u', I', O' u. s. w. berechnen kann, so folgt, daß im Fall der Abnahme an einer Ecke man den Werth von n jedesmal durch eine Funktion, die der für die Abnahme an einer Kante erhaltenen (§. 106) ganz analog ist, darstellen kann *).

Von dem, was uns noch zur Beschließung dieser Bemerkungen über die krystallographischen Berechnungen übrig bleibt, wollen wir uns bloß mit diesem ersten allgemeinen Werth von n beschäftigen.

Wir wollen, was die Abnahmen an den Ecken betrifft, mit der Bemerkung schließen, daß die bei einer Abnahme dieser Art, da die Höhe eines Blättchens immer gleich einer Höhe von einem Massentheilchen angenommen wurde, der für n

---

*) Wenn man auch nicht sehr mit der Geometrie der Krystalle vertraut ist, wird man doch leicht bemerken, daß, indem der allgemeine Werth von n, bei der Abnahme an einer Ecke, durch Annahme neuer Daten, auf den, bei der Abnahme an einer Kante gefundenen zurückgeführt wird, man eigentlich nur eine Verwechselung der Abnahme an einer Ecke vornehme mit der Abnahme an einer Kante auf einer anderen Grundgestalt, so, daß die Substitution nichts im Resultate ändert, wie schon (§. 95) bemerkt wurde. Diese substituirte Gestalt würde im Fall einer Abnahme an der Ecke d oder e (Fig. 127) auf der Fläche P zusammengesetzt seyn, 1) aus der Fläche P; 2) aus einer, durch die Kante a f, parallel mit der diagonalen Ebene d e g, gelegten Ebene; und 3) aus einer, durch die Kante b g, parallel der zweiten diagonalen Ebene a c k f gelegten Ebene.

gefundene Werth eine gewisse Anzahl von halben Diagonalen der entzogenen Massentheilchen und nicht von ganzen Diagonalen ausdrückt. Daß dieses der Fall seyn muß, kann man leicht einsehen, wenn man die Abnahme der Massentheilchen auf der Ecke b in Figur 122 betrachtet. Die Abnahme geschieht hier um eine Reihe, und man bemerkt, daß nach der Lage des Messungsdreiecks, die wir eben angegeben haben, dessen Basis einer halben Diagonale eines Massentheilchens gleich seyn muß.

§. 108. Wir dürfen nicht vergessen, daß, — als wir uns (in §. 106) mit der Bestimmung dieses allgemeinen Werthes der Anzahl n subtrahenter Reihen von Massentheilchen beschäftigten (welchen wir in einer Funktion der Dimensionen und Winkel der Grundgestalt ausdrückten) — wir voraussetzten, diese Dimensionen und Winkel seiner a priori genau bekannt; und daß wir gezeigt haben, wie dieses nicht sehr häufig der Fall ist (nämlich bloß bei den regelmäßigen Grundgestalten). Es ergiebt sich also, daß dieser Werth für n, nur bei den sekundären Gestalten direkt anwendbar ist, welche von den regelmäßigen Grundgestalten abgeleitet sind. Jetzt wollen wir die Resultate, die man in diesem Falle erhält, betrachten, und hernach untersuchen, zu welchem Nutzen der allgemeine Werth von n in anderen Fällen dienlich ist.

Zuerst aber einige Bemerkungen über diesen Werth von n, wie man ihn vereinfachen kann.

Dieser Werth, $n = F(h, m, i, o, I, \vartheta)$, (siehe das Ende von §. 106) ist im Allgemeinen stets, wie wir oben sagten, aus fünf unbekannten Größen zusammengesetzt; nämlich aus zwei Dimensionen oder Kanten h und m, aus zwei Winkeln i und o, und auch aus dem Winkel u, weil I eine Funktion der drei Winkel zugleich ist. Wir können auch ϑ als unbekannt betrachten, da sein Werth nur durchs Goniometer gefunden werden kann.

Wenn man aber, durch Hülfe mehrerer Beobachtungen, zur Bestimmung des Werths einer oder mehrerer dieser unbekannten Größen gelangen kann, oder wenn man, durch besondere Data, ein Verhältniß zwischen zweien oder mehreren

derselben aufzustellen im Stande ist, so erhält man eine Gleichung, vermöge welcher man den Werth dieser Größe als Funktion der anderen findet; und wenn dieser Werth in dem allgemeinen Ausdruck für n substituirt wird, so hat dieser eine unbekannte Größe weniger. Jedes neue Datum, das man auffinden kann, wird also eine unbekannte Größe verdrängen.

Dieß ist denn auch bei der Anwendung dieser allgemeinen Formel immer der Fall. Auch in den zusammengesetztesten Krystallsystemen kann man stets a priori drei Verhältnisse mit mehr oder weniger Genauigkeit bestimmen, wodurch denn die Elemente der Grundgestalt von sechs (drei Seiten und drei Winkel) auf drei reducirt werden, und folglich die unbekannten Elemente von n jedesmal sich statt auf fünf nur auf zwei belaufen *) werden.

Diese Verhältnisse sind bald Winkel, deren Maaß 90° und 60° ist, und für welche das Maaß als streng richtig angesehen werden kann (sie finden sich entweder bei zwei Kanten oder Flächen der Grundgestalt, oder bei Linien oder Ebenen, die in gewissen Diagonalen oder anderen Richtungen gelegt werden); bald die Gleichheit zwischen verschiedenen Winkeln (entweder ebener oder Neigungswinkel, sowie auch anderer durch Linien, oder Ebenen von bestimmter Lage gebildeter Winkel); bald, endlich, die Gleichheit zwischen zweien oder gar den drei Kanten oder gewählten Dimensionslinien. Diese

*) Diese Folgerung für den Werth von n ist streng mathematisch nicht in allen Fällen richtig. Es kann der Fall eintreten, daß das, was einen substituirbaren Werth für eine der unbekannten Größen verschaffte, in diesen Werth, und folglich auch in die Funktion, welche n darstellt, die dritte Kante, die zuerst nicht darin vorkam, hineinbringt, da man sich aber, in diesem übrigens sehr seltenen Falle, bei Berechnung der Dimensionen, zugleich des annähernden, durch das Goniometer gelieferten Werthes der Winkel mit dem Vorbehalte, sie nach den, für die Dimensionen zu findenden relativen Werthen, der §. 111 anzuzeigenden Methode gemäß zu modificiren, bedienen kann, so haben wir behaupten können, daß die unbekannten in dem Werthe für n befindlichen Größen sich auf zwei reduciren.

Gleichheit von Winkeln oder Linien muß aber durch eine symmetrische Gleichförmigkeit der Modifikationen u. s. w. als genau sich bestätigt haben.

Fast immer sind es die trigonometrischen Linien i, o, u der drei Winkel, welche man a priori bestimmen kann, wenn auch nicht isolirt in Theilen des Radius, doch wenigstens in Funktionen der Dimensionen *); wir können also in der allgemeinen Formel für n nur die beiden Dimensionen oder Seiten, die sich immer in derselben befinden, als unbekannte Größen noch übrig behalten. Der Werth für n wird daher bei einer Abnahme auf einer Kante ab (= p); $n = \varphi(h, m, \vartheta)$; bei der Abnahme auf einer Kante ad (= m), $n' = \varphi(h, p, \vartheta')$; und endlich bei der Abnahme auf der Kante af (= h), $n'' = \varphi(m, p, \vartheta'')$.

Einige Beispiele mögen dieß erläutern.

Eine Grundgestalt wird für ein gerades rechtwinkliches Prisma gehalten, erstlich weil das Goniometer merkbar das Maaß von 90° für alle ebenen und Neigungswinkel des primitiven Körpers gegeben, und zweitens hauptsächlich, weil eine Modifikation (z. B. eine Abstumpfung) die auf einer oder der anderen der drei Arten von Kanten statt hat, sich zugleich und in gleicher Lage auf jeder der vier Kanten derselben Art findet; was der Symmetrie gemäß nicht seyn würde, wenn die Winkel nicht genau einander gleich wären. Der Sinus jedes ebenen oder Neigungswinkels ist also dem Radius gleich, d. h. = 1; und i, o, u sind also

---

*) Wie z. B., wenn ein primitiver Winkel oder sein Supplement, oder seine Hälfte angesehen werden kann als gleich einem sekundären Winkel, der von einer Fläche gebildet wird, die man ihrer Lage gemäß als erzeugt durch die Subtraktion einer Reihe von Massetheilchen betrachten kann u. s. w.

Bei der Anwendung der Berechnung befolgt man übrigens weit einfachere Methoden, als daß man den Werth eines Winkels in eine Funktion der Dimensionen substituiren sollte, wie wir es hier angeben; diese verschiedenen besonderen Methoden aber können immer auf die allgemeine von uns erwähnte zurückgeführt werden.

jetzt numerische Verhältnisse in den drei allgemeinen Werthen von n, und deser Werth ist in jedem Falle nur Funktion von zwei unbekannten Dimensionen.

Eine Grundgestalt wird als gerades regelmäßiges sechsseiges Prisma betrachtet, wenn alle seine seitlichen Neigungswinkel 120° und alle Neigungswinkel der Basis zu den Seitenflächen = 90° befinden, und diese Maaße, wie oben, durch die Beobachtung bei Modifikationen bestätigt und als genau richtige erkannt worden sind. Es wird also als subtraktives Massentheilchen ein gerades schiefwinkliches Prisma anzunehmen seyn. Wenn übrigens die seitlichen Durchgänge gleichdeutlich, und die Modifikationen an den sechs Kanten der sechs Ecken, oder Basis des sechsseitigen Prismas identisch sind, wird die Base des subtraktiven Massentheilchens eine Rhombe seyn. Von den drei ebenen Winkeln dieses Massentheilchens sind also zwei, rechte (Sinus = 1), und der dritte ist 60°, dessen Sinus $\sqrt{\frac{3}{4}}$ ist, die Größen i, o, u sind nun numerische Werthe. Die Kanten der Basis sind überdieß einander gleich; daher bleiben nur zwei unbekannte Dimensionen übrig, und der Werth für n wird bei den Abnahmen auf den Kanten oder Ecken der Basis zwei unbekannte Größen m und h bei den Abnahmen an den Seitenkanten aber nur m als unbekannt enthalten.

Wenn man das eben Gesagte berücksichtiget, und sich die, über das Rhomboeder (§. 43) gegebenen Erläuterungen ins Gedächtniß zurückruft, wird man leicht einsehen, wie man vom Vorhandenseyn dieser Grundgestalt in einem Mineral sich überzeugen könne. Die drei Kanten sind hier einander gleich; man kann also eine jede = 1 setzen. Die drei ebenen Winkel sind nur von zweierlei, und sogar nur von einerlei Art, da der eine den anderen zu 2 R. ergänzt. Es ist also in dem Werthe von n nur ein Winkel unbekannt *).

*) Indessen hat Hauy zwei unbekannte Größen g und p in die das Rhomboeder betreffenden Berechnungen hineingebracht; dieß sind die beiden halben Diagonalen der Rhomben. Er hätte eben so gut die Axe, oder einen Theil derselben, und eine von einer Seitenecke auf

Ohne Zweifel wird man bemerken, daß wir um besser zeigen zu können, wie in jedem besondern Falle die Zahl der unbekannten Elemente des Werthes von n auf drei oder noch weniger sich reduciren lasse, nur ganz einfache Beispiele gewählt haben; es ist uns aber unmöglich zusammengesetztere zu erwähnen, ohne in weitläufige Einzelheiten einzugehen. Die, welche durch Beispiele die Verhältnisse kennen zu lernen wünschen, welche man bei den weniger regelmäßigen Grundgestalten zur Reducirung der Anzahl von unbekannten Größen in dem Werthe von n auffinden kann, müssen in dem Traité de Minéralogie von Haüy nachlesen, den Artikel über die Berechnungen des Feldspaths (T. II, p. 65), die Beschreibung des Kupfervitriols (T. III, p. 580), und die Anzeige der Bedingungen, welche er zur Bestimmung der Grundgestalten aufgestellt hat, u. s. w.

§. 109. Die Anwendung des im vorigen §. gefundenen allgemeinen Werthes von n auf die von regelmäßigen Grundgestalten abgeleiteten sekundären ist, wie man vermuthen kann, sehr leicht. Denn hier sind die relativen Werthe aller Dimensionen, die Maaße aller Winkel genau a priori in numerischen Verhältnissen bestimmt. Es ist also der allgemeine Werth von n (gefunden in §. 36.), $n = F(h, m, i, o, I, \vartheta)$, nichts, als eine numerische Funktion von ϑ, das heißt, von der Tangente der Neigung der sekundären Fläche auf die ihr entsprechende primitive Fläche. Ueberdieß hat man zur Bestimmung dieser Tangente, das heißt zur genauen Messung

---

die Axe gefällte senkrechte Linie, oder allgemein zwei gegen die Axe verschieden geneigte Linien wählen können. Diese Methode, welche die Berechnung erleichtert, ist im Grund ganz der gleich, wo man die Data des Rhomboeders auf ein einziges zurückführt. Wir sehen uns veranlaßt, die Seite des Rhomboeders als 1 anzunehmen. In Theilen dieser Seite also müssen wir die trigonometrische Linie des unbekannten Winkels ausdrücken. So thun wir aber nichts anderes, als daß wir ein Verhältniß zwischen zwei Linien des Rhomboeders aufstellen, was auf die Methode Haüy's führt.

des Winkels fast in allen Fällen zahlreiche Prüfungsmittel, welche zuerst aus der Gleichheit zwischen allen primitiven Dimensionen, und zweitens aus dem wechselseitigen Verhältnisse, in dem viele der Modifikationen oder sekundären Gestalten mit einander stehen, entspringen *). Haüy hat so für jede Art von sekundärer aus einer regelmäßigen Hauptgestalt abgeleiteten Form den numerischen Werth von der Zahl n entzogener Reihen erhalten.

Dieser Werth von n wurde constant in allen Fällen als sehr einfach wahrgenommen, wie zum Beispiel 1, 2, 3, oder $^1/_2$, $^2/_3$, $^3/_2$ u. s. w. **).

Und man wird sehen, daß dieser einfache Gang der Natur es ist, der Haüy zur Grundlage gedient hat, um seine Berechnungen auch auf andere Grundgestalten anzuwenden, deren Dimensionen und Winkel nicht ganz a priori bekannt sind, um sowohl für jede sekundäre Form den Werth für n zu finden, als um die Verhältnisse zwischen den primitiven Dimensionen zu bestimmen.

§. 110. Die rhomboedrischen Grundgestalten sind nicht ganz a priori bekannt; man muß an diesen Gestalten, wie oben (§. 108.) gezeigt wurde, stets einen Winkel bestimmen. Der Werth von n wird also eine unbekannte Größe enthalten, die man nur durch ein annäherndes Messen mit dem Goniometer finden kann.

Das Rhomboeder ist indessen eine so symmetrische Gestalt (siehe §. 43.), und bietet, durch Modifikationen aus dieser Symmetrie entspringend, so verschiedenartige und von einander (wenigstens sehr oft) abhängige sekundäre Formen dar, daß man beym Maaß der Winkel dieser sekundären Gestalten viel-

*) Diese sekundären Formen einer regelmäßigen Grundgestalt sind gewöhnlich die anderen regelmäßigen Gestalten; und man hat gesehen, wie diese durch eine Reihe tangentaler Ebenen allmählig in einander übergehen. (Siehe §. 85, und die Note zu §. 87.)

**) Siehe §. 102, wo wir die Abnahme, welche verschiedene sekundäre Gestalten auf dem Würfel als Grundgestalt erzeugen, angemerkt haben.

fältige Mittel hat, das Maaß des Winkels der primitiven Gestalt zu berichtigen, und dasselbe mit einer Genauigkeit zu erhalten, die, wenn sie auch nicht streng mathematisch genau, doch wenigstens als so angenommen werden kann.

Wir wollen dieß durch ein, vom Kalkspath entlehntes Beispiel, der bekanntlich ein Rhomboeder zur Grundgestalt hat, zu verdeutlichen suchen.

Das regelmäßige sechsseitige Prisma ist eine seiner sekundären Gestalten, wie das immer bei einem rhomboedrischen Krystallsystem statt finden kann (siehe §. 87.). Wenn man an einem dieser Prismen (Fig. 116.) die mechanische Theilung, oder den dieser Substanz eigenthümlichen rhomboedrischen Durchgang zu entblößen, versucht, so wird dieser Durchgang an drei nicht auf einander folgenden Kanten, ab, cd, ef der oberen Basis, und parallel auf den Kanten b'c', d'e', f'a' der unteren Basis sich finden; die primitiven bloß gelegten Flächen werden an der oberen Basis mpqo, oytn und nsrm, und die ihnen parallelen Flächen an der unteren Basis seyn.

Man kann nun an jeder dieser Flächen (die alle der Lage nach in Hinsicht auf das Prisma identisch sind) den Winkel, welchen sie mit der Basis und den, welchen sie mit der angrenzenden Seitenfläche macht, messen, und diese beide Winkel müssen (jeder um 90° vermindert) einander ergänzen zu 90°. Da nun aber das Goniometer merklich dasselbe Maaß von 135° für jeden dieser Winkel giebt, so folgt, daß die Fläche des primitiven Rhomboeders gegen die Axe um 45° geneigt ist. Dieser Werth stützt sich schon auf daß Maaß der zwölf, als gleich anerkannten Winkel, wird aber überdieß noch bestätigt durch die Maaße der Winkel, 1stens eines anderen Rhomboeders, das auf dem primitiven Rhomboeder durch tangentale Abstumpfung der Scheitelkanten desselben erzeugt wurde (siehe §. 66.); zweitens anderer mit diesen durch ähnliche Weise in Verbindung stehender Rhomboeder (siehe §. 87); drittens, endlich, mancher anderer sekundärer Gestalten, deren Verhältnisse zu der primitiven Gestalt genau bestimmt werden können. Man kann also, wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit, die-

sen Werth von 45° für das wahre Maaß der Neigung einer Fläche auf die Axe ansehen.

Man begreift nun, daß es leicht ist, hieraus durch Berechnung die anderen Winkel des Rhomboeders zu finden. Der stumpfe Neigungswinkel zweier Flächen desselben wird 104 . 28″ 40″ seyn *); sein ebener stumpfer Winkel am Scheitel 101° 32′ 13″. Nach den in den vorigen §§ angenommenen Daten aber, ist es der letztere Winkel, dessen Kenntniß nöthig ist, damit die, n darstellende Funktion gar keine unbekannte Größe mehr enthalte.

Bei den anderen Substanzen, die ein Rhomboeder als Grundgestalt haben, finden sich auch stets ähnliche Hülfsmittel, welche zur Erhaltung eines wenigstens sehr annähernden Werthes für den Fundamental-Winkel beitragen. Man sieht also, daß Grundgestalten dieser Art auch als a priori ganz bekannt betrachtet werden können.

Haüy hat bei der Anwendung seiner Abnahme-Rechnungen auf die zahlreichen vom Rhomboeder abgeleiteten Gestalten constant für n, wie bei den regelmäßigen Krystallsystemen,

---

*) Dieser Winkel ist von Malus mit dem Repetitionskreise auf die (§. 30) beschriebene Weise, und von Wollaston mit seinem Goniometer (§. 31) gemessen werden; und das mittlere Maaß war bei beiden 105° 5′, also 36′ 20″ mehr als das von Haüy; woraus die Neigung einer Fläche gegen die Axe 45° 23′ sich ergiebt. Von den beiden oben gemessenen, beide 135° befundenen Winkeln, ist also der eine der von der primitiven Fläche mit der Basis gebildete, 135° 23′, und der andere, der von eben dieser Fläche mit der angrenzenden Seitenfläche des Prismas gebildete 134° 37′.

Ohngeachtet dieser Messung, deren Genauigkeit noch nicht ganz erwiesen ist, hat Haüy seine ersten Resultate, wenn auch nicht als genaue doch wenigstens als annähernde Werthe beibehalten zu können geglaubt, da sie auf weit einfachere Verhältnisse führen. Denn nach den Grundsätzen, die er für die Berechnung der Rhomboeder aufgestellt hat (siehe die Note zu §. 108), verhält sich die horizontale Diagonale zur schiefen Diagonale, wie $\sqrt{3}$ zu $\sqrt{2}$. Uebrigens kommt der von uns eben erwähnte Unterschied der Maaße weit weniger bei den abgeleiteten Gestalten vor.

einen Werth in sehr einfachen, ganzen oder gebrochenen Zahlen *) gefunden, welcher dem durch das Goniometer erhaltenen Maaße des sekundären Winkels merklich entspricht; und man muß bemerken, daß dieses mechanische Messen hier in vielen Fällen fast überflüssig ist, da der sekundäre Winkel oft schon im voraus bestimmt ist, durch symmetrische Verhältnisse, welche die Beobachtung, auf bestimmte Weise zwischen den sekundären und primitiven Ebenen, nachweisen kann.

In anderen sehr seltenen Fällen, wo diese genaueren Berichtigungsmittel fehlen, und wo man zu den Resultaten des Goniometers seine Zuflucht nehmen muß, erhält man oft zuerst einen numerischen verwickelteren Werth von n; wenn man aber den ihm am nächsten stehenden einfachen Werth substituirt, und hernach den ihm entsprechenden Winkel berechnet, so wird dieser berechnete Winkel sehr wenig von dem, zuerst mit dem Goniometer gefundenen, verschieden seyn, und er ist immer von den Grenzen der Irrthümer dieses Instruments abhängig.

§. 111. Alle anderen von den regelmäßigen Körpern und dem Rhomboeder verschiedenen Grundgestalten, die folglich Parallelepipede sind, oder auf diese zurückgeführt werden können (siehe §. 97.), reichen uns nicht solche Mittel zur Bestimmung ihrer Dimensionen a priori dar. In den meisten Fällen freilich bewegen uns manche Beobachtungen über ihre Durchgänge und Modifikationen (siehe §. 37, 3tens) eine Dimension für größer als eine andere anzunehmen; wir können aber auf diese Weise nicht die numerischen Verhältnisse zwischen denselben genau finden; und da der allgemeine Werth von n, auch der vereinfachte (§. 108.) nach den symmetrischen Daten, welche die Beobachtung jedesmal giebt, stets zugleich zwei Dimensionen enthält, und diese unbekannt sind, so könnte es unmöglich scheinen, den Werth von n zu erhalten.

---

*) Obgleich ein wenig mehr variirend, aber doch so, daß dort in der Regel entweder in ganzen oder gebrochenen Zahlen, die Zahl nie über 6 ist.

Dennoch gelang es Haüy, diesen Werth zu bestimmen, durch Befolgung einer umgekehrten Methode. Aus den für n in allen Berechnungen der vorhergehenden Fälle erhaltenen einfachen Werthe glaubte er voraus setzen zu können, daß alle sekundären, von nicht ganz a priori bestimmten Grundgestalten abgeleiteten Krystalle auch durch Abnahmen um eine einfache Zahl von Massentheilchens-Reihen erzeugt würden; und er nahm an, daß er sich n, als bekannt vorausgesetzt, zur Berechnung der Verhältnisse zwischen den primitiven Dimensionen, bedienen könne. Läßt man diese Voraussetzung, daß n nur einen einfachen numerischen Werth haben kann, zu, so kann man für ihn in jeden Falle eine ganze oder gebrochene einfache Zahl in der oberen allgemeinen Funktion substituiren; und dann ist es möglich zwischen den beiden darin befindlichen primitiven Dimensionen, ein diesem angenommenen Werthe entsprechendes Verhältniß zu erhalten. Da man aber willkührlich für n eine gewisse Anzahl von einfachen Werthen annehmen kann, um eine abgeleitete Fläche zu bestimmen, und eben dieß bei jeder der anderen Flächen geschehen kann, so erhält man eben so viele verschiedene Verhältnisse zwischen den Dimensionen. Man muß also, indem man nach und nach mehrere einfache Werthe für n versucht, Mittel haben, zu unterscheiden, welches von den daraus hervorgehenden Verhältnissen man wählen soll.

Um zu zeigen, wie man sich bei diesen Untersuchungen helfen muß, wollen wir die drei allgemeinen, für n, bei den Abnahmen an den Kanten ab, ad, af (Fig. 127.) gefundenen (§. 163.) Werthe weiter untersuchen. Sie sind, für die Kante ab, $n = \varphi(h, m, \vartheta)$, für ad, $n' = \varphi(h, p, \vartheta')$; und für af, $n'' = \varphi(m, p, \vartheta'')$. Da nun in jeder dieser Gleichungen die unbekannten Größen so combinirt sind, daß man immer den Werth des Verhältnisses zwischen zweien derselben finden kann, nämlich $\frac{h}{m}$, $\frac{h}{p}$, $\frac{m}{p}$; so erhält man $\frac{h}{m} = f(n, \vartheta)$; $\frac{h}{p} = f(n', \vartheta')$; und $\frac{m}{p} = f(n'', \vartheta'')$. Da nun aber nach dem eben Gesagten in diesen drei Gleichungen nur h, m und p

unbekannt sind, so folgt, daß, wenn die Gleichungen richtig sind, nothwendig die von zweien derselben gegebenen numerischen Werthe, z. B. von den beiden ersteren für die Verhältnisse $\frac{h}{m}$ und $\frac{h}{p}$, so beschaffen seyn müssen, daß man daraus für das dritte Verhältniß $\frac{m}{p}$ einen Werth finden könne, der dem, welchen die dritte Gleichung giebt, gleich sey, d. h. gleich f (n'', ϑ''). Nimmt man also an, daß man aus den beiden ersten $\frac{h}{m} = \frac{2}{3}$, und $\frac{h}{p} = \frac{4}{5}$ erhalten habe, so folgt daraus $\frac{m}{p} = \frac{6}{5}$; dann muß man, wenn dieß die wahren Verhältnisse sind (oder vielmehr wenn die für n und n' angenommenen einfachen Werthe zulässig sind), auch f (n'', ϑ'') $= \frac{6}{5}$ erhalten, wenn man auch für n'' einen einfachen Werth setzt. Man sieht also, daß man die Werthe für n, n' und n'' so annehmen muß, daß sie solche Resultate geben können, die diese Eigenschaften besitzen.

Dem gemäß also unternimmt man an einem Krystall, der mehrere Arten von abgeleiteten Flächen zeigt, die Auflösung von drei verschiedenen Fällen zugleich, d. h. die Bestimmung des Werthes von n für drei sekundäre Flächen, von denen jede anders als die beiden anderen in Hinsicht auf die primitiven Flächen liegt, z. B., für drei auf drei Kanten erzeugten Flächen; und man nimmt in jeder von ihnen nach und nach verschiedene einfache Werthe für n, n', n'' an, bis die drei dadurch bestimmten Verhältnisse je zweier Dimensionen so beschaffen sind, daß jedes aus den beiden anderen folgt.

Um dieß zu erreichen, wie auch um die zwischen den Dimensionen gefundenen Verhältnisse zu vereinfachen, muß man fast immer den Werth für ϑ, d. h. das Maaß des, durchs Goniometer erhaltenen sekundären Winkels, allmählich umändern, was man auch kann, wenigstens innerhalb gewisser Gränzen, da diese Messung nur annähernd ist.

Haüy führt, bei der Auseinandersetzung dieser Methode, in seinem Traité de minéralogie (T. II, p. 8), die Dimensionen einer Grundgestalt durch die Annahme von n als bekannt zu

berechnen, als Beispiel einen Krystall des Peridots an, ähnlich dem in Fig. 100 dargestellten, den wir oben (§. 104) schon beschrieben haben. Die sekundären Flächen, welche er zuerst betrachtet, sind d und k; aus ihnen erhält er Verhältnisse zwischen den Dimensionen, welche er durch Hinzunahme der Fläche n bestätigt. Auf diese Weise schloß Haüy, daß die drei Kanten B, C, G der geraden rektangulären Säule (Fig. 126), welche die Grundgestalt des Peridots ist, sich zu einander verhalten wie $\sqrt{5} : 5 : \sqrt{8}$.

So sieht man, daß dieser Weg, obgleich sich auf eine Hypothese stützend, durch zum Hauptziel, das Haüy sich vorgesteckt hatte, führt, nämlich, wie wir schon oben (§. 93) sagten, geometrisch die Grundgestalt eines Minerals zu finden, und das Verhältniß zwischen ihr und jeder der abgeleiteten Flächen anzugeben.

§. 112. Man wird sich erinnern, daß wir in §. 108 zur Vereinfachung des Werthes von n sagten, daß man in allen krystallisirten Substanzen immer a priori irgend ein Verhältniß auffinden könne, welches den Werthe der primitiven Winkel entweder direkt, oder in Funktionen der Dimensionen angäbe. Findet das letztere statt, so kann man, nachdem durch die eben beschriebene Methode die relativen Werthe der Dimensionen erhalten worden, vermittelst dieser Werthe die wahren Maaße der primiven Winkel bestimmen.

Noch ist zur Ergänzung aller auf die Krystallgestalten sich beziehenden geometrischen Bestimmungen nöthig, stets den Winkel, welchen zwei ähnliche oder verschiedenartige abgeleitete Flächen unter sich bilden, berechnen zu können. Da man aber eines Theils durch Beobachtung die Lage jeder dieser beiden Flächen, auf einer Kante oder Ecke, d. h. die Richtung ihrer Durchschnittslinie mit einer primitiven Fläche, welche parallel einer Kante oder einer Diagonale dieser Fläche ist, kennt; da zweitens die Berechnung der Abnahmen den bestimmten Werth der Neigung einer jeden von ihnen, gegen die entsprechende pri-

mitive Fläche gegeben hat, und es leicht ist hieraus ihre Neigung gegen jede andere primitive, oder gegen eine durch die Axe gehende Ebene herzuleiten, um sie beide zugleich mit einer und derselben primitiven Fläche vergleichen zu können; so reducirt sich folglich dieses Problem in allen Fällen auf die Auflösung von geradlinichten oder sphärischen Dreiecken, in denen man stets dem Vorhergehenden gemäß, die Zahl der nothwendigen Daten hat.

Man weiß jetzt also, worauf sich alle Maaße der genau angegebenen Winkel in Grade, Minuten und Sekunden, bei der Beschreibung der Krystallgestalten jeder Mineralgattung gründen. Dieß verdanken wir Haüy; und nur durch seine Theorie der Abnahmen und durch die Anwendung, die er in dieser Theorie von der Berechnungsweise, die wir kurz erwähnten, machte (die im Allgemeinen sehr einfach ist, da sich die Gleichungen nur bis zum zweiten Grade erheben) gelang es ihm, sowohl diese primitiven als sekundären Winkel, die Dimensionen der Grundgestalt, und endlich das Ableitungsgesetz jedes sekundären Krystalles, mit einer Genauigkeit zu bestimmen, welche, wenn auch nicht in allen Fällen ganz streng, wenigstens immer eine hinreichende Annäherung ist.

Man würde sich indeß sehr trügen, wenn man, dieser Idee von Annäherung wegen, einige Zweifel über das Verdienst und die große Nützlichkeit dieser Theorie erheben wollte. Die Physiker freilich möchten wohl, zur Erleichterung ihrer Untersuchungen über die Gesetze des Lichts bei durchsichtigen Körpern, und um überhaupt tiefere Kenntnisse über die innere materielle Zusammensetzung zu erhalten, wünschen, die Winkelmaaße und geometrischen Verhältnisse an allen Krystallen mit der großen Genauigkeit, wie bei den regelmäßigen Krystallen zu wissen; für den Mineralogen aber ist dieses Maximum der Genauigkeit nur von geringem Werthe. Die aus der Theorie Haüy's hergeleiteten Winkel und Verhältnisse sind von der Art, daß man überzeugt seyn kann, daß, wenn man sie einst durch Erhebung zu der vollkommenen Genauigkeit, von der wir so eben sprachen, modificiren wird, das

mineralogische Hauptresultat für jede Gattung, d. h. die Idee, welche diese Theorie uns jetzt vom Ganzen des Krystallsystems giebt, durchaus nicht geändert werden wird. Diese Gewißheit gründet sich darauf, daß dieses allgemeine Resultat sich wesentlich auf ein tiefes Studium der herrlichen Symmetriegesetze stützt, denen der Bau der Krystalle unterworfen ist, und daß diese Gesetze (wenigstens größtentheils) uns jetzt durch eine so große Menge von Beobachtungen bekannt sind, daß man sie als unumstößlich betrachten kann. Auch sind die zahlreichen Veränderungen, die Haüy seiner Theorie zufolge in Betreff der Mineralgattungen machte, von allen Gelehrten angenommen worden, weil man stets deren Uebereinstimmung mit den Naturgesetzen wahrnahm. Auch die Kenntniß dieser Gesetze ist die Frucht der mühevollen Untersuchungen dieses ausgezeichneten Gelehrten, welcher sie mit einer seltenen Scharfsinnigkeit entwickelt und auseinandergesetzt hat, was ihn weit über alle anderen Krystallographen erhebt; und gewiß alle, denen seine herrlichen Entdeckungen nicht fremd sind, werden mit uns anerkennen, daß Haüy sie nie ohne seine Theorie gemacht haben würde.

Achter Abschnitt.

Von den hemitropischen oder kreutzförmigen, und den regelmäßig gruppirten Krystallen.

§. 115. Wenn wir (§. 2) sagten, daß die Krystalle im Allgemeinen ihre Flächen je zwei einander parallel, und (§. 5) daß sie immer vorspringende nie einwärts gehende Winkel hätten, so nahmen wir die kreutzförmigen oder hemitropischen, und die regelmäßig gruppirten Krystalle davon aus.

Wir begnügten uns daselbst, nur kurz eine Idee von dieser Art Krystalle zu geben. Es wäre dort schwierig gewesen, in

die nähere Auseinandersetzung derselben sich einzulassen, da zur Erklärung derselben, wenn sie zweckmäßig seyn soll, alles in den vorhergehenden Abschnitten Vorgetragene erforderlich ist.

Man nennt einen Krystall hemitropisch, wenn man wahrnimmt, daß er aus zwei Theilen oder zwei Hälften von Krystallen gebildet ist, welche unter einander in umgekehrter Richtung ihrer natürlichen Lage vereinigt sind.

So z. B., wenn man annimmt, daß das regelmäßige Oktaeder, welches in Fig. 128 auf einer Fläche liegend dargestellt ist, in zwei Theile durch eine Ebene mnopqr, parallel zweien seiner Flächen, und in gleicher Entfernung von jeder derselben, getheilt wird; und daß die obere Hälfte abgenommen, wie man dieß Fig. 129 sieht, und wieder auf die untere gelegt wird, nicht so wie vorher, sondern so, daß der Theil, welcher rechts war, links zu liegen komme, wie man es in Fig. 130 sieht, wo die Buchstaben die neue Lage der verschiedenen Theile anzeigen können, so erhält man einen oktaedrischen hemitropischen Krystall.

Man giebt ihm diesen Namen, welcher die Idee einer Halbumdrehung (demi-revolution) bezeichnet, weil der Krystall in seinem Baue gerade die Veränderung erlitten hat, als wenn wir, wie wir so eben sagten, die obere Hälfte desselben auf der unteren eine Halbumdrehung oder Hemitropie hätten machen lassen *). Es ist wohl überflüssig zu sagen, daß diese Theilung eines Krystalls in zwei Theile und diese Halbumdrehung nicht in der Natur wirklich statt finden; wir bedienen uns dieser Annahme bloß, um den Bau dieser hemitropischen Krystalle besser kennen zu lehren.

---

*) Bei einem Oktaeder, wovon hier die Rede ist, würde man dasselbe Resultat bei einem Sechstel von Umdrehung erhalten, der Regelmäßigkeit der Dreiecken wegen, und in Folge des hexagonalen Durchschnitts mnopqr; wir haben aber die Annahme einer Halbumdrehung vorgezogen, um diese Bemerkungen auf alle Fälle im Allgemeinen anwenden zu können.

Romé de Lisle und einige Andere, belegten die hemitropischen Krystalle mit dem Namen Kreuzkrystalle, macles, da aber das Wort Kreuzstein, im Deutschen, zur Bezeichnung einer, so wie macle im Französischen zur Bezeichnung einer anderen Mineralgattung gebraucht wird, so dürfte es besser seyn, den von Haüy eingeführten Namen Hemitropieen beizubehalten und anzunehmen.

An dem hemitropischen regelmäßigen Oktaeder (Fig. 130), was wir so eben beschrieben, bemerkt man drei einwärtsgehende Winkel, einen zwischen der Ebene c r′ m′ und der Ebene f o p, einen zweiten zwischen a p′ q′ und b m n, und einen dritten zwischen e o′ n′ und d r q.

Diese Hemitropie findet sich beim Alaun, und noch häufiger beim Spinell.

Ehe wir zu weiteren Erklärungen übergehen, glauben wir die Hauptidee erst durch einige andere Beispiele verdeutlichen zu müssen.

§. 114. Die Fig. 131 stellt einen Krystall des Feldspaths dar, dessen Hauptgestalt betrachtet werden kann, als rechtwinkliches Prisma mit gleichseitigem horizontalem Durchschnitt, dessen Basis Y, schief gegen die Axe liegt, und auf der Fläche P ruhet (siehe §. 40), unter einem Winkel von 99° 41′. Die oberen Ecken jeder Basis sind ersetzt durch die Flächen T, t und T′, t′, und die unteren Ecken durch die Flächen o, o und o′, o″ dergestatt, daß jede Basis zwei o-Flächen und zwei Flächen T und t hat. Diese Krystalle haben gewöhnlich noch mehrere sekundäre Flächen, die wir der Einfachheit wegen anzugeben unterlassen haben. Die o-Flächen, sowie die Flächen T und t sind unter einander ihrer Lage nach identisch; aber die Neigung der Flächen o auf die angränzende Seitenkante des Prismas ist verschieden von der, der Flächen T und t, wie sich dieß aus der Symmetrie der Modifikationen ergiebt *).

*) Wir haben die sekundären Flächen T und t als ihrer Lage nach identisch betrachtet; dieß ist auch der Fall in Hinsicht ihrer Neigung gegen die Flächen und Kanten des Krystalls; so z. B. macht jede der

Wenn man nun durch die Mitte der Seitenfläche M, und parallel der Seitenfläche P eine Ebene abcd legt, so wird diese den Krystall in zwei Hälften theilen; und wenn man nun annimmt, daß der hintere Theil sich parallel der Durchschnittsebene drehe, und eine Halbdrehung mache, während der andere Theil fest stehen bleibt. so wird die daraus entstehende Gestalt, die durch Fig. 132 dargestellte seyn, in welcher die Vertheilung eben der Buchstaben von Fig. 131 die neue Lage der verschiedenen Theile andeutet. Der obere Gipfel zeigt, anstatt einer einzigen, gegen die Axe geneigten Hauptfläche eine symmetrische Zuschärfung YY' deren Winkel 160° 37' ist, und deren untere Ecken gleichfalls abgestumpft sind durch die identischen sekundären Flächen o, o, o'', o'.

Der untere Gipfel dagegen zeigt einen Winkel oder eine einwärtsgehende Zuschärfung Y'Y (unter eben dem Winkel als die obere vorsprigende Zuschärfung), dessen identische End-Ecken durch die Flächen T', t', T, t ersetzt sind.

Wenn bloß der obere Gipfel mit vorspringender Zuschärfung sichtbar ist, so zeigt sich der Krystall mit vollkommener Regelmäßigkeit, durch welche man im ersten Augenblick das Krystallsystem des Feldspaths verkennen kann; aber die Verbindungslinien bd', ca' und ac', db', welche sich fast immer auf den beiden M-Flächen finden, zeigen die Vereinigungsebene beider Krystallhälften, in umgekehrter Richtung, oder die Ebene der Drehung an.

§. 115. Die Figur 133, welche der Hornblende angehört, ist ein schiefwinkliches Prisma mit schiefer Basis P, auf einer stumpfen Kante ruhend (siehe §. 41) unter dem Winkel

---

Flächen T', T und t', t mit der M-Fläche des Prismas einen Winkel von 120°. Dennoch gestatten die Flächen T und T' einen Durchgang, der noch nicht an der Fläche t und t' bemerkt wurde, was einen wichtigen Unterschied zwischen denselben bezeichnet. Wir haben sie deßhalb auch mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet, und streng genommen, sollte der Körper anders betrachtet werden; aber die Art, welche wir wählten, um die Beschreibung leichter zu machen, bringt hier keine Unrichtigkeit mit sich.

von 104° 57′, bei dem die scharfen Seitenkanten ersetzt sind durch die Flächen x, und die beiden oberen Randkanten jeder Basis durch die Flächen r, r und r′, r″. Wenn man nun durch die Mitte der beiden x-Flächen eine senkrechte Ebene abcd legt (welches eine tangentale Ebene des Prismas seyn würde), und die vordere Hälfte eine Halbumdrehung machen läßt, so würden die Flächen r′ und r″ an den oberen Gipfel kommen, nebst einem kleinen dreieckigen Theil der unteren Basis P, welche mit dem bleibenden Theile der oberen Basis P einen einwärts gehenden Winkel (von 150° 6′) bilden müßte u. s. w. Dieß ist auch zuweilen der Fall; sehr häufig aber ist dieser einwärts gehende Winkel durch die Krystallisation ausgeglichen, indem von der einen Seite die Flächen r und r und von der anderen die Flächen r″ und r′ so wachsen, daß sie sich verbinden, wie man die Figur 134 sieht, wo das Prisma sich auf einer Seite in eine symmetrische vierflächige Spitzung r, r, r′, r″, und auf der anderen durch eine Zuschärfung P, P′, deren Flächen auf den stumpfen Seitenkanten ruhen, endigt.

Wir könnten diese Beispiele sehr vervielfältigen. Der Feldspath, von dem das erste Beispiel entlehnt war, zeigt noch mehrere andere Halbumdrehungen, von denen eine, wie in dem letzteren Falle, parallel einer diagonalen Ebene der Haupt- und auch der Grundgestalt statt findet; der Zinnstein zeigt auch ein sehr interessantes Beispiel, welches den Mineralogen sehr bekannt ist, und dessen Symmetrie Haüy seit dem Drucke seines Traité de minéralogie genau bestimmt hat. Wir glauben aber, daß das Gesagte schon hinreichend ist, um die Art des Baues dieser hemitropischen Krystalle zu verdeutlichen.

§. 116. Im Allgemeinen finden die Hemitropien, so weit wenigstens unsere Kenntnisse bis jetzt reichen, stets parallel einer Fläche statt, welche entweder, eine der Flächen der Grundgestalt (wie man dieß beim hemitropischen Oktaeder und in dem von Feldspath hergenommenen Beispiele sah), oder eine diagonale Ebene in dieser Gestalt (wie beim dritten von der

Hornblende entlehnten Beispiele), oder eine auf die Axe der Krystalle senkrechte Ebene ist (wie bei dem metastatischen Kalkspath Haüy, Traité, T. II, p. 136).

Ganz allgemein kann man sagen, daß diese Ebene der Hemitropie stets in vollkommen symmetrischem Verhältnisse mit den Ebenen der Körper der Durchgänge, d. h. mit denen der Grundgestalt jeder Substanz stehen. (Dieß drückt Haüy so aus, daß er sagt, die Ebene der Hemitropie liege immer so wie eine Fläche, welche durch ein Abnahmegesetz erzeugt werden kann. Der Vorstellung gemäß, welche wir von der Grundgestalt und ihren Verhältnissen mit den abgeleiteten Krystallen gegeben haben, sieht man leicht ein, daß die Ebene der Hemitropie gleichfalls auch in einem sehr symmetrischen Verhältnisse mit der Hauptgestalt stehen muß, welche man an dem hemitropischen Krystall bemerkt.

Oft findet man eine äußere Fläche des Krystalls der Ebene der Hemitropie parallel, entweder in diesen hemitropischen Abänderungen selbst, oder in anderen sekundären Krystallen desselben Minerals.

§. 117. Nach der von uns gegebenen Darstellung der Hemitropien, können bei denselben einwärtsgehenden Winkel vorkommen. Oft sind sie aber nicht sichtbar, wenn die Seite des Krystalls, wo sie sich befinden sollen, mit Ganggestein umhüllt ist, oder wenn sie durch das Wachsen des Krystalls verwischt worden sind, wie wir schon bei der Hemitropie §. 115 erwähnten. Ist der einwärtsgehende Winkel sichtbar, so ist er hinreichender Grund, den Krystall für hemitropisch zu halten; im Gegentheil aber hat man, außer dem genauen Studium der Gestalt, noch mehrere andere Mittel die Hemitropie zu beweisen, indem man die Existenz der inneren Ebene, um die sie statt gefunden, beobachtet.

Erstlich ist diese Ebene oft angedeutet durch Linien an den äußeren Flächen des Krystalls, welche sie durchschneidet, wie wir schon bei dem vom Feldspath entlehnten Beispiel erwähnten. Es giebt aber auch viele Fälle, wo diese Ebene noch auf bestimmtere Weise ausgedrückt ist durch das Gefüge, d. h. durch die Richtung einer oder mehrerer Durchgangs-

ebenen, welche in beiden Hälften des Krystalls in umgekehr- Richtung liegen, indem sie auf jeder Seite genau in der Ebene der Hemitropie sich endigen. Dieß ist bei eben dem Beispiele (Fig. 131 und 132) der Fall, wenn die Durchgänge parallel den Flächen T und T′ wahrnehmbar sind (siehe die Anmerk. zu §. 114). Dieses Sichabschneiden der Durchgänge an der Ebene der Hemitropie würde im hemitropischen Oktaeder noch wahrnehmbarer seyn (§. 113, Fig. 128 u. 130), wenn die Substanzen mit solchen Gestalten deutliche Durchgänge zeigten.

Indessen bringt die Halbumkehrung zuweilen auch keine Veränderung in der Lage der Durchgänge hervor, so daß diese dann nicht zur Erkennung von Hemitropien dienen kann. Dieß ist in dem dritten, von der Hornblende entnommenen, Beispiele, der Fall. Da die beiden Durchgänge, welche diese Substanz zeigt, den Flächen M und M′ (Fig. 133) parallel sind, und jede dieser beiden Flächen gleich gegen die Ebene der Hemitropie geneigt ist, so begründet sich das Resultat der Hemitropie, was diese Flächen anbetrifft, darauf, die Fläche M′ an die Stelle der Fläche M zu setzen, und umgekehrt (siehe Fig. 134). Die Durchgänge der einen Hälfte des Krystalls können sich also in die andere Hälfte fortsetzen. Nicht so wäre es, wenn der Durchgang eben so deutlich parallel vorhanden wäre, mit der Fläche P, welche Haüy mit Recht als schiefe Basis der Grundgestalt angenommen hat. Aber dieser Durchgang parallel mit P ist nicht vorhanden. Auch erkannte er die hemitropischen Krystalle der Hornblende nur der einwärtsgehenden Winkel wegen als solche an.

§. 118. Dieß sind die geometrischen Ideen, welche man über die hemitropischen Krystalle aufstellen kann. Nicht so leicht ist es, die Art ihrer Bildung zu erklären, der wenigen Kenntnisse wegen, welche wir bis jetzt noch über die physischen, die Krystallisation eines Körpers bestimmten Ursachen haben.

Zuerst nur ist es klar, wie wir auch schon gesagt haben, daß keine Veränderung in der Lage an der einen Hälfte des Krystalls (oder eine wirkliche Halbumdrehung) statt

fand, und daß der Krystall von Anbeginn seiner Bildung den zusammengesetzten Bau, welchen wir an ihn bemerken, sich aneignete. Man kann aber annehmen, daß zwei kleine Krystalle von einerlei Gestalt, während sie noch in der Auflösung befindlich, sich mit einer ihrer ähnlichen Flächen genähert und vereinigt haben, und daß sie in der Folge gleichmäßig anwuchsen. Nun konnten zwei Fälle statt finden:

Wenn sich die beiden Vereinigungsflächen so aneinander legen, daß die anderen Krystallflächen, eines der Krystalle, sich, entweder in der Verlängerung der analogen Flächen des anderen Krystalls, oder wenigstens parallel mit diesen befinden, so wird die Zunahme an jedem der beiden Krystalle auf gleiche Weise vor sich gehen; jedes Paar analoger Flächeu wird sich bald in eine einzige Ebene umbilden, und der zusammengesetzte Krystall wird eine, ganz, den ihn zusammensetzenden Krystallen ähnliche, Gestalt haben, angenommen, daß die Umstände, welche diese Art von Krystallgestalt bestimmen, sich nicht ändern. Es findet dann also keine Hemitropie statt.

Die Aneinanderlegung der beiden Krystalle mit zwei Flächen kann aber auch so statt finden, daß alle anderen oder einige der anderen Flächen des einem Krystalls, nicht den ihnen analogen im anderen Krystalle parallel sind, sondern gerade eine entgegengesetzte Lage haben, (d. h. zwar gleiche Neigung mit ihnen, aber in entgegengesetzter Richtung), welches statt finden muß, wenn man, wie dieß möglich ist, annimmt, daß zwei Krystalle durch zwei identische Kräfte nach verschiedenen Richtungen hinbewegt wurden. Da alsdann das Anwachsen nothwendig an allen Ebenen, welche in der Auflösung sich bereits an beiden Krystallen gebildet hatten, und auf welche sie wirken konnte, statt fand, so werden alle Flächen derselben, die sie vor der Vereinigung hatten, sich erhalten; keine kann sich mit der ihr analogen vereinigen, weil diese eine andere Richtung hat, und es wird daher eine neue Krystallgestalt entstehen, mit der Eigenthümlichkeit derjenigen Krystalle, welche wir hemitropische nannten.

§. 119. Die Figuren 135 und 136 können zur Verdeutlichung dieser beiden Fälle dienen.

In jeder derselben sieht man ein regelmäßiges Oktaeder, aecfbd, welches, wie in Fig. 128, horizontal auf einer seiner Flächen liegt. In jeder sieht man ferner ein zweites auf das erste gelegtes Oktaeder a′e′c′f′b′d′. Nur findet der Unterschied statt, daß in Fig. 135 jede der sechs Flächen a′f′e′, c′f′b′, u. s. w. des oberen Oktaeders, welche der Aneinandergränzungs-Ebene fbd (beider Oktaeder) anliegen, vollkommen parallel mit, und genau über der ihr analogen Fläche afe, efb, u. s. w. des unteren Oktaeders liegt, welche der Aneinandergränzungsfläche ace sich anschließt, während in Fig. 136 dieser Parallelismus und dieses Correspondiren nicht statt findet; das Dreieck a′f′e′ zum Beispiel findet sich links von der Axe und mit seinem oberen Theile a′e′ gegen dieselbe geneigt, während das Dreieck afe rechts liegt, und gegen dieselbe ebenso mit seinem oberen Theile geneigt ist. Sie sind also nicht parallel. Eben dieß ist mit allen anderen Dreiecken der Fall; keine (die Aneinandergrenzungsflächen ausgenommen) hat eine ihr parallele Ebene im unteren Oktaeder.

Nimmt man nun an, daß jede Art dieser Doppelkrystalle sich vergrößert, so wird das Resultat des Anwachsens in beiden Fällen sehr verschieden seyn.

In Fig. 135 wird die Fläche a′f′e′ zugleich mit der Fläche afe und immer ihr parallel wachsen; afe selbst muß mehr wachsen wegen der größeren, von dem hervorspringenden Theil f′ erzeugten Anziehung; und nach und nach werden die beiden Flächen in eine Ebene fallen, und nur eine einzige Fläche bilden. Eben dieß wird mit den anderen Flächen der Fall seyn, und das doppelte Oktaeder wird nach einer gewissen Zunahme in ein einziges verwandelt seyn.

In Fig. 136 hingegen, ist es unmöglich, daß durch das Wachsen jemals eine Fläche des oberen Oktaeders mit der des unteren sich vereinige, da keine Fläche des ersteren eine ihr parallele im zweiten hat. Der doppelte Krystall wird also immer seine Gestalt beibehalten; er kann bloß ein wenig modificirt werden durch eine größere Ausdehnung gewisser Theile, nämlich an den hervorspringenden Winkeln d′e, b′a, f′c, wo

die Massentheilchens-Anziehung stärker seyn muß. Daher kömmt es, daß dieses doppelte Oktaeder sich gewöhnlich unter der schon Fig. 130 dargestellten Gestalt, welche ganz die von Fig. 136 ist, zeigt.

Mann kann sich auch von der Identität dieser beiden Figuren überzeugen, wenn man bemerkt, daß, wenn man in Fig. 135 das obere Oktaeder eine Halbdrehung machen läßt, um eine vertikale, durch den Mittelpunkt seines Dreiecks f′b′d′ (der Aneinandergränzungsfläche) gehende Linie, es dieselbe Stellung, wie in Fig. 136 erhalten wird. Die Art der Vereinigung von beiden in dieser Figur dargestellten Krystallen bringt also ganz dieselbe Gestalt hervor, wie diejenige ist, welche wir hemitropischen Krystall nannten.

In dem (§. 114, Fig. 131 u. 132) erwähnten Beispiele kann man eben so wohl annehmen, daß zwei kleine einfache Krystalle (Fig. 131) sich aneinander mit einer ihrer Flächen P befestigten, wenn die Axe senkrecht ist. Sind bei dieser Vereinigung die oberen Basen Y von beiden in gleicher Richtung gegen die Axe geneigt, so findet keine Hemitropie statt; im entgegengesetzten Falle aber entsteht eine solche. Um diese entgegengesetzte Neigung der beiden oberen Basen zu erhalten, giebt es zwei Mittel, welche beide zu demselben Resultate führen. Das erste hypothetische ist das von uns (§. 114) angegebene, nämlich einen der beiden Krystalle senkrecht eine Halbdrehung machen zu lassen, was einen Theil der oberen Basis Y nach unten bringt. Das zweite ist, einen der beiden Krystalle um seine senkrechte Axe so zu drehen, daß er sich an die P′-Fläche der ersteren nicht mehr mit seiner P-Fläche (denn dann würde keine Hemitropie entstehen), sondern mit seiner P′-Fläche anlegte; oder vielmehr anzunehmen, was auch sehr zuläßlich ist, daß sie durch entgegengesetzte, aber ähnliche Kräfte gegen einander gestoßen worden seyen, wodurch die P′-Flächen von beiden zusammengekommen *).

---

*) In Fig. 132 ist die hintere Fläche des Krystalls mit P′ bezeichnet, weil diese Figur zur Verdeutlichung von §. 114 diente, in welchem

Diese Art, sich die Bildung einer Hemitropie durch Zusammensetzung von zwei Krystallen in entgegengesetzter Richtung, mit einer ihrer Flächen zu denken, scheint beim ersten Anblick nicht auf das dritte, von der Hornblende entlehnte Beispiel (§. 115, Fig. 133 u. 134) anwendbar, weil diese Krystalle, wie fast alle Krystalle der Hornblende, keine Fläche zeigen, welche der Ebene der Hemitropie abcd parallel ist, und mit welcher zwei kleine Krystalle sich vereinigt haben könnten. Man gelangt aber zu demselben Resultat, wenn man annimmt, daß die Anheftung an den Flächen M und M′ so statt fand, daß sich nicht zwei M-Flächen oder zwei M′-Flächen mit einander vereinigten, sondern eine M-Fläche mit einer M′-Fläche. Es ist wahr, daß auf diese Weise die Vereinigung der Krystalle schief wird, und der Durchschnitt eine verlängerte Rhombe ist; das Anwachsen stellt aber bald wieder die Gleichheit der Flächen her.

§. 120. Um diese Hypothese ganz allgemein kennen zu lehren, bemerken wir, daß die Hemitropien nur bei Krystallen, oder vielmehr Krystallsystemen statt finden, in welchen zwei parallele Flächen (obgleich ihrer Gestalt und ihren symmetrischen Eigenthümlichkeiten nach gleich und ähnlich) in Betreff ihrer identischen Enden eine, einander gerade entgegengesetzte Symmetrie zeigen, oder vielmehr in Beziehung auf die Enden von geraden Linien, die in der Richtung dieser Flächen gezogen worden *). So z. B. in dem Krystall Fig. 131

---

wir die Hemitropie durch Annahme einer Halbumdrehung entstehen ließen.

Wenn wir so von zwei parallelen Flächen die eine mit P, die andere mit P′ bezeichneten, so haben wir dadurch andeuten wollen, daß sie von einander in Hinsicht auf die Lage gegen einerlei Basis verschieden sind, indem die eine einen stumpfen, die andere einen spitzen Winkel mit derselben bildet.

*) Man findet auch die hemitropischen Krystalle meist nur in den Gattungen, deren Grundgestalt einer der folgenden Körper ist: Prismen mit schiefer Basis — regelmäßiges und symmetrische Oktaeder — und Rhomboeder. Die rechtwink-

hat die Fläche P (welche an ihrem oberen Ende einen stumpfen Neigungswinkel mit der Basis Y macht), an dem oberen Ende, eine ganz andere symmetrische Eigenthümlichkeit, als die ihr parallele P′-Fläche, welche an ihrem oberen Ende einen spitzen Neigungswinkel mit Y bildet. Eben der Unterschied der symmetrischen Eigenthümlichkeit zwischen diesen zwei Flächen P und P′ findet sich auch an ihrem unteren Ende, nur auf umgekehrte Weise. Es findet in diesen Krystallen also eine Art von Polarität statt. Der obere Pol der P-Fläche (Fig. 131) ist der nämliche, wie der untere Pol der ihr parallelen Fläche P′, und so umgekehrt.

Man begreift jetzt, daß wenn die Anziehung dahin strebt, diese Flächen genau an einander zu befestigen, dieß auf zwei Arten statt haben kann. In der ersten werden zwei verschiedene Pole, in der zweiten zwei ähnliche aneinander kommen.

Dieß sind die Hypothesen, welche dienen sollen, um den Ursprung der hemitropischen Krystalle einsehen zu können; sie lassen, wie man sieht, zur Erklärung dieser Erscheinungen noch viel zu wünschen übrig, weil sie nicht die erzeugenden Ursachen derselben angeben. So z. B. erklären sie nicht, warum von zwei Substanzen mit ähnlichen Krystallsystemen oder ähnlicher Grundgestalt (welche also auf gleiche Weise der Hemitropie fähig wären, ja sogar von solchen, mit ganz gleichen Gestalten, wie die vom regelmäßigen Oktaeder abstammenden), die eine sich häufig in hemitropischen, die andere sich niemals in solchen Krystallen findet. Gewiß existiren Umstände oder eigenthümliche symmetrische Beschaffenheiten,

---

lichen Prismen mit senkrechter Basis zeigen keine Hemitropien, oder es gehören wenigstens die dort bemerkten Vereinigungen der Krystalle eher zu den regelmäßigen Kreuzungen, und verdienen eigentlich nicht den Namen von hemitropischen Krystallen.

Bei den Oktaedern ist diese eben erwähnte Linie, an deren beiden Enden die Symmetrie der Flächen des Körpers umgekehrt ist, das Apothem des Dreiecks, und bei den Rhomboedern ist es die Scheitel-Diagonale der Rhomben. Wenn man ein Oktaeder oder Rhomboeder so stellt, daß zwei parallele Flächen senkrecht stehen, so wird man diese eben angezeigte entgegengesetzte Symmetrie leicht wahrnehmen.

welche diese Verbindungen bestimmen. Endlich giebt es auch Fälle, auf welche die von uns gemachte Hypothese, von der Anfügung zweier Krystalle in umgekehrter Richtung mit einer ihrer Flächen schwer anwendbar seyn möchte. Auch war es bei Aufstellung dieser Meinung mehr unsere Absicht, die Beschreibung der hemitropischen Krystalle zu verdeutlichen, als deren Ursprung auf eine unumstößliche Weise erklären zu wollen.

§. 121. Selten finden die Krystalle sich isolirt, eingehüllt in festes oder zerreibliches Ganggestein, oder umschlossen von anderen Mineralien, so, daß sie von allen Seiten begrenzt sind mit den ihnen eigenthümlichen Flächen; häufiger hingegen trifft man solche, die einerlei Substanz angehören, zu mehreren mit einander vereint, verschiedene Gruppen bildend, welche man Drusen, Büschel u. s. w., der Art ihres Erscheinens gemäß, nennt.

Gewöhnlich ist bei diesen Vereinigungen der Krystalle die relative Lage jedes einzelnen Krystalls sehr veränderlich, und man bemerkt nicht, daß hierbei ein Symmetriegesetz obwalte. Manche Hauptgestalten gruppiren sich zwar gewöhnlich in bestimmten Richtungen; so sind die Prismen im Allgemeinen an ihren Seitenflächen befestigt, die Axen aber sind deßwegen nicht genau parallel; ihre relative Lage wechselt oft an verschiedenen Punkten eines Handstücks, was mehr oder weniger divergirende Büschel erzeugt, und zuweilen sogar auch Kreuzungen, von denen jede einen anderen Winkel zeigt. Indessen giebt es einige Mineralien, welche Gruppirungen oder Kreuzungen zeigen, die einer constanten und regelmäßigen Symmetrie, unterworfen sind, deren Gesetze man hat bestimmen können. Wir wollen diese regelmäßigen Gruppirungen durch mehrere Beispiele kennen lehren.

Mann kann zwei Arten von regelmäßigen Gruppirungen unterscheiden. Die, wo die Axen der gruppirten Krystalle parallel sind, und die, wo sie sich kreuzen. Die Beispiele für den ersten Fall wollen wir vom Arragonit und Kreuzstein, die für den zweiten vom Staurolith entlehnen.

§. 122. Die Fig. 137 stellt ein symmetrisches Oktaeder mit rektangulärer Basis, in senkrechter und horizontaler Pro-

jektion dar, so daß die Axe ab horizontal, und folglich die ihr entsprechende Basis cdef senkrecht ist. Dieß ist die Grundgestalt des Arragonits. Der Winkel von P auf P ist ungefähr $109\frac{1}{2}°$, und der Winkel von M auf M ungefähr 116°. Nur den letzteren haben wir hier zu berücksichtigen. Um dieß zu vereinfachen, nehmen wir an, daß das Oktaeder an den Ecken a und b keilförmig (§. 51) in die Länge gezogen worden sey, parallel den senkrechten Kanten ce und df, so daß man es dann als ein rhombisches, dem in Fig. 133 dargestellten, analoges Prisma betrachten kann. Die horizontale Projektion dieses Prismas wird stets die Rhombe a, ce, b, df seyn, deren stumpfer Winkel ungefähr 116°, und der spitze ebenso 64° seyn wird.

Wenn man nun annimmt, daß zwei dieser Prismen sich mit einer ihrer Seitenflächen M so aneinander legen, daß ihre scharfen Seiten-Kanten a, a sich verbinden, welches in dem, auf die Axen dieser Prismen, senkrechten Durchschnitte in (Fig. 138) vermittelst der Rhomben O und S dargestellt ist; und wenn zu gleicher Zeit eine Vereinigung eben der Art, nur in umgekehrter Richtung, statt findet zwischen den Prismen U und H im unteren Theile derselben Figur, so werden diese vier Prismen O, S, U, H zusammen ein sechsseitiges symmetrisches Prisma bilden, welches vier Winkel von 116° und zwei von 128° haben wird. Dieß Prisma würde, so wie wir es construirt haben, innerhalb einer leeren, durch eine Rhombe cpzr dargestellten Raum haben; dieser Raum, aber wird durch das Anwachsen der vier Krystalle ausgefüllt *).

---

*) Diese Aneinanderfügung von Prismen oder vielmehr von rektangulären Oktaedern (Fig. 137) so gestellt, daß ihre ähnlichen Winkel a, a sich vereinigen, ist ganz der analog, welche wir (§. 119) beim regelmäßigen Oktaeder, wenn es eine Hemitropie erzeugen soll, erwähnt haben. Auch besitzen diese verschiedenen Gruppirungen des Arragonits, wovon wir hier sprechen, in der Hauptsache, den Bau der Hemitropien; da aber die wesentliche Bedingung der Hemitropie nicht an allen einfachen, diese zusammengesetzten Krystalle bildenden, Formen vorkommt, so glaubten wir diese Krystalle des Arragonits unter den Beispielen von regelmäßigen Gruppirungen aufführen zu müssen.

Wir haben bei jeder Rhombe die Gleichheit der Seiten, d. h. die Gleichheit der Seitenflächen jedes Prismas beibehalten; aber begreiflich kann eine Abplattung von einer Seite statt finden, ohne daß dadurch das Allgemeine der Zusammenfügung verändert wird. Alsdann wird das, aus der Vereinigung von vier schiefwinklichen Prismen entstehende sechsseitige Prisma, anstatt auf der Seite abgeplattet zu seyn, wie in Fig. 138, gleichseitig seyn, welches der in der Natur am häufigsten vorkommende Fall ist. Wir werden diese Abplattung der einzelnen Prismen in den anderen beiden sogleich anzuführenden, von eben dieser Substanz hergenommenen Beispielen, voraussetzen.

Die Figur 139 stellt eine Gruppirung von vier Prismen dar, von denen drei N, R, L, mit einer Seitenfläche so aneinander befestigt sind, daß die spitzigen Winkel immer einander correspondiren, wie in den Prismen O und S von Fig. 138; das vierte Prisma G verbindet sich mit seinen scharfen Kanten an die scharfen Kanten der Prismen N und L. Die Maaße der Winkel jeder der, in der Figur verbundenen Rhomben, zeigen, daß das aus dieser Gruppirung hervorgehende sechsseitige Prisma zwei gegenüberstehende nicht parallele Seitenflächen g h und m n haben müsse, und daß von den sechs Winkeln viere, h, e, n, l, (von denen drei, nach oder neben einander folgen) von 116°, und die beiden anderen g und m von 128° seyn werden. Der zwischen den Prismen bleibende Raum, den die Krystallisation später ausfüllt, ist aus zwei gleichen Vierecken zusammengesetzt.

In Fig. 140 sind fünf Prismen zusammen gruppirt. Man bemerkt zuerst die vier Prismen O, S, U, H, wie in Fig. 138 geordnet; ferner findet sich zwischen den Prismen O und S das Prisma T, dessen Fläche ac in derselben Ebene mit der Fläche ae des Prismas O liegt, dessen Fläche eb aber einen Winkel von 168° mit der Fläche bf des Prismas S macht, wie man dieß durch alle, in die Figur eingeschriebenen Winkelmaaße erkennen kann. Das daraus hervorgehende Prisma wird scheinbar sechsseitig, und dem von Fig. 138 ähnlich seyn; da aber seine Fläche cf bei b einen einwärtsgehenden Winkel

hat, so entsteht also ein siebenseitiges Prisma, dessen Fläche cb keine ihr parallele hat, und welches einen einwärtsgehenden Winkel in b zeigt. Der leere Raum, den das Anwachsen der Krystalle auch ausfüllt, besteht aus vier gleichschenklichen, je zwei und zwei einander gleichen und ähnlichen Dreiecken.

In diesen drei Beispielen haben wir von den Gipfeln nicht gesprochen; aber es versteht sich, daß jedes rombische oder rhomboidische Prisma eine Zuschärfung an den Enden haben muß, die Flächen P und P nämlich (Fig. 137). (In der Natur ist es gewöhnlich eine andere spitzere Zuschärfung; aber die, diese beiden Flächen trennende Kante hat immer dieselbe Lage). Die Lage der Kante cd dieser Zuschärfung wird den transversalen Linien parallel seyn, welche in jeder Rhombe der drei Figuren 138, 139 und 140, tum sie besser zu unterscheiden, gezogen sind; und nach der Art des Aneinanderlegens der Prismen wird jede Fläche der Zuschärfung eines Prismas einen einwärtsgehenden Winkel mit einer Fläche der Zuschärfung des angrenzenden Prismas machen. So wird das sechsseitige Prisma, anstatt durch eine ebene Fläche, sich durch eine Menge von Zuschärfungen enden. Die Krystalle des Arragonits in sechsseitigen Säulen sind oft noch complicirter als die eben erwähnten, und die Basis ist deßhalb ganz mit Rauhigkeiten besetzt, von denen jede eine kleine vorspringende Zuschärfung ist, die mit den ihr angränzenden einwärtsgehende Winkel bildet.

Was die erwähnten leeren Räume zwischen den einzelnen Prismen betrifft, welche, wie wir bemerkten, durch Zunahme der Krystalle ausgefüllt werden, nämlich die Rhombe cpzr (Fig. 138), oder die vier diese bildenden rechtwinklichen Dreiecke, die beiden Vierecke (Fig. 139), und die vier gleichschenklichen Dreiecke (Fig. 140), so hat Haüy gezeigt, daß diese Ausdehnungen der verschiedenen einzelnen Prismen stets auf, in den gewöhnlichen Grenzen befindliche Abnahme-Gesetze, zurückgeführt werden können, wie auch der Seitenwinkel der einzelnen rhombischen Prismen beschaffen seyn mag.

§. 123. Wenn man annimmt, daß ein rechtwinkliches

Prisma, welches mit vier auf den Seitenkanten aufsitzenden Flächen zugespitzt ist, analog dem in Figur 58 Dargestelltem, auf einer seiner Seitenflächen abgeplattet ist, und daß ein anderes ähnliches eben so abgeplattetes Prisma sich mit dem ersteren nicht durch bloßes Aneinanderlegen, sondern durch vollkommenes Durchdringen verbunden habe, so daß die Axen beider Prismen einerlei Richtung haben, und die breiten Flächen beider auf einander senkrecht sind, so erhält man die durch Fig. 141 dargestellte Gruppirung, welche man am Kreuzstein wahrgenommen hat.

Hier sind nicht nur die Axen der einzelnen Krystalle parallel, wie in den oben erwähnten Beispielen, sondern sie fallen in eine und dieselbe Linie zusammen. Man bemerkt an dem zusammengesetzten Krystall einen einwärtsgehenden Winkel (von 90°) an der Stelle einer jeden Seitenkante, wodurch man die beiden ihn zusammensetzenden Prismen unterscheiden kann; die beiden Spitzungen aber sind zu einer einzigen geworden.

Man möchte vielleicht glauben, daß diese Durchbringung, diese Kreuzung zweier Krystalle von dem Aneinanderlegen dreier oder fünf Prismen mit ihren Seitenflächen herrühre; hier aber bliebe zu erklären übrig, warum die einwärtsgehenden Winkel, welche die verschiedenen Spitzungsflächen bilden würden, sich durch Anwachs der Krystalle verwischt finden, während die von den Seitenflächen gebildeten deutlich bleiben. Uebrigens ist es merkwürdig, daß diese kreuzförmigen Gruppirungen noch in keiner anderen Substanz bemerkt wurden, welche prismatische Krystalle, die ebenfalls sich seitlich mit einander vereinigen könnten, zeigt, und daß man sie nur in Kreuzstein wahrgenommen hat. Vielleicht muß man dessen Bau besonderen uns noch unbekannten symmetrischen Eigenthümlichkeiten zuschreiben; und diese Vermuthung wird bestätigt durch die beiden folgenden Beispiele von kreuzförmigen Gruppirungen der Krystalle, welche sich durchaus nicht durch die Annahme von der Aneinanderfügung zweier einzelnen Krystalle erklären lassen.

§. 124. Diese beiden neuen Beispiele von kreuzför-

migen Gruppirungen werden uns vom Staurolith geboten, der seinen Namen der Eigenschaft verdankt, daß seine Krystalle sich größtentheils so zu Kreuzen vereinigt zeigen.

Die Hauptgestalt der einfachen Krystalle des Stauroliths ist eine gerade rhombische Säule (129° 30′), größtentheils an den scharfen Seitenkanten abgestumpft, wodurch ein symmetrisches sechsseitiges Prisma entsteht.

Die Fig. 142 zeigt eines dieser Prismen PMMo in senkrechter Lage; in seiner Mitte wird es ganz von einem anderen ähnlichen Prisma P′M′M′o′ dessen Axe horizontal ist, durchkreuzt. Die Kreuzung ist also rechtwinklich. Die beiden analogen Flächen o und o′ sind auf einander senkrecht.

In Fig. 143 sieht man auch zwei ähnliche Prismen, deren Kreuzung nicht rechtwinklich ist. Die beiden Axen machen unter einander Winkel von 60° und 120°, und ebenso die Kanten f und f′. Man würde sich aber irren, wenn man glaubte, daß diese Fig. 143 sich, von der Fig. 142, nur durch den Winkel der Axen gegen einander, unterscheide; es findet in der Gruppirung eine merkliche Verschiedenheit statt. In Fig. 142 sieht man eine M-Fläche des einen Prismas stets einer M′-Fläche des anderen Prismas entsprechen, ebenso eine o-Fläche einer o′-Fläche; und in Fig. 143 findet dieses Correspondiren nicht statt. Man sieht zwar im oberen Theile eine o-Fläche einer o′-Fläche entsprechen; und im unteren Theile eine M-Fläche einer M′-Fläche, aber auf der Seite entspricht eine o′-Fläche des einen Prismas einer M-Fläche des anderen, u. s. w.

Wie wir schon am Ende des vorigen Paragraphen sagten, ist es uns unmöglich, die Ursache dieser regelmäßigen Kreuzungen, wenigstens beim jetzigen Zustand unserer krystallographischen Kenntnisse, anzugeben; sehr merkwürdig sind aber immer die, aus diesen beiden Kreuzungen resultirenden geometrischen Beziehungen; sie dienen auf eine eigene Weise zur Bestätigung vom Vorhandenseyn symmetrischer Gesetze, denen die Verbindungen von Krystallen unterliegen. Die geometrischen Beziehungen von Fig. 142 übersieht man leicht,

und wir wollen uns dabei also nicht aufhalten. In Fig. 143 machen die Flächen o und o′ unter sich, wie die Axen, einen Winkel von 120°; die beiden Verbindungs-Sechsecke im Mittelpunkt der Figur sind auf einander senkrecht; eins von ihnen ist hier horizontal und regelmäßig; das andere hat zwei rechte Winkel, und zwei andere von seinen Winkeln, sind Winkeln gleich, die sich anderswo an der Kreuzung befinden u. s. w.; endlich liegt in beiden Figuren jede Fläche des einen Prismas, in Hinsicht auf das andere Prisma, wie eine sekundäre, durch einfache Abnahme erzeugte, Fläche liegen würde.

Unter den krystallographischen Resultaten, zu welchen Haüy vermöge des Scharfsinns in seinen Untersuchungen und Berechnungen gelangte, sind diese geometrischen Beziehungen der kreuzförmigen Krystalle des Staurolithś, mit die interessantesten.

Wir endigen hiermit diese kurze geometrische Beschreibung der Krystallgestalten. Man wird uns gewiß vorwerfen, mehrere wichtige Punkte zu kurz abgehandelt, und die Erklärungen und Beispiele nicht genug vervielfältigt zu haben. Wir glaubten hier zu große Weitläufigkeiten vermeiden zu müssen. Es war eben nicht unsere Absicht, daß das Studium dieses Werkes zum vollständigen Kennenlernen der Krystallographie hinreichen sollte, sondern es sollte nur denen, die sie studirt haben, eine Uebersicht über die Grundsätze dieser Wissenschaft verschaffen, und denen, welche sie noch gar nicht kennen, eine Hauptansicht von derselben geben. Die, welche das Studium derselben weiter fortsetzen wollen, müssen Haüy's Traitè de mineralogie, und die zahlreichen, seit dreisig Jahren erschienenen Abhandlungen dieses ausgezeichneten Mannes, zu Hülfe nehmen, welcher das seltene Verdienst hat, zugleich eine Wissenschaft begründet, und alle Anwendungen derselben entwickelt zu haben.

Zweiter Theil.

Von den Phänomenen bei der Krystallisirung.

§. 125. Ein Körper kann krystallisiren, indem er entweder aus dem flüssigen, oder unmittelbar aus dem gasförmigen Zustande in der festen übergeht, oder indem er sich aus einer Auflösung, in der er sich befand, ausscheidet, isolirt und wie in den festen Zustand übergeht.

Die Resultate dieser verschiedenen Arten der Uebergänge in den festen Zustand sind jedoch nicht immer deutliche Krystalle; der feste Körper zeigt aber fast immer mehr oder weniger deutliche Spuren von Krystallisation. Bald sind es nadelförmige, cylindrische, rundliche, mehr oder weniger verworrene und undeutliche Krystalle, bald sieht man in den Auflösungen nur korallenförmige Gruppen entstehen, die im Innern des Gefäßes anschießen, ja sogar aus demselben hervorragen, oder auch nur baum- oder pflanzenartige Gebilde. Bald ist die Masse dicht, aber die Oberfläche zeigt ein dendritisches Gewebe, wie man es am Eis und an mehreren Metallen wahrnimmt; oder es finden sich im Innern Andeutungen von Durchgängen, welche denen der Krystalle entsprechen. Indessen giebt es einige Fälle, wo man auch nicht die geringste Spur von Krystallisation bemerkt; man kann aber das Vorhandensein derselben vieler Analogieen gemäß annehmen.

So kann man behaupten, daß alle unorganischen Körper eine mehr oder weniger starke Tendenz zu krystallisiren haben, wenn sie in den festen Zustand übergehen.

§. 126. Man hat bis jetzt über die Ursachen der Krystallisation nur noch sehr schwankende Vermuthungen. Es ist aber nicht zu zweifeln, daß ihr die allgemeinen Gesetze aller chemischen Erscheinungen zum Grunde liegen, welche verschiedenen

Anziehungen der Massetheile in unendlich kleinen Entfernungen zugeschrieben werden.

Man begreift, daß die ähnlichen Theilchen eines Körpers eine gegenseitige Anziehung zu einander oder eine Cohäsion-Anziehung haben, und daß die Flüssigkeit, welche einen Körper aufzulösen vermag, auf dieselben eine aneignende Anziehung ausübt; daß diese beiden Attraktionen folglich entgegengesetzte Wirkungen äußern, indem die erstere die Theilchen eines Körpers zu vereinigen, die andere aber dieselben zu trennen sucht. Aus dem vorhandenen Verhältnisse dieser beiden entgegengesetzten Kräfte zu einander, entstehen nun die verschiedenen Zustände eines Körpers. Ist die Thätigkeit des Lösungsmittels vorherrschend, so wird der Körper aufgelöst, ist sie schwächer, so bleibt der Körper unverändert; oder war er früher aufgelöst, und die aneignende Anziehung der Flüssigkeit wird verringert und schwächer, so wird der Körper durch seine Cohäsion-Anziehung wieder zusammengefügt, und geht meistentheils in den festen Zustand über, und kann krystallisiren.

Eben so verhält es sich mit der Thätigkeit des Wärmestoffs. Dieser strebt die Theilchen der Körper von einander zu entfernen, davon überzeugt uns die Auseinanderbringung, welche er mit denselben vornimmt (Ausdehnung). Diese Kraft ist also im Gegensatze mit der Cohäsion-Anziehung der Theilchen; wird sie stärker, so versetzt sie die Körper aus dem festen Zustand in den tropfbarflüssigen, und bei noch größerer Kraft, in den gasartigen Zustand. Die Rückkehr aus dem letztern Zustand in die anderen, findet statt, wenn die Thätigkeit des Wärmestoffs sich vermindert, und man weiß, daß die verschiedenen Aenderungen eines Zustandes, bey Graden der Temperatur statt finden, welche für jede Art von Körpern stets dieselben bleiben.

In dem Augenblicke, wo sich ein Körper aus einer Auflösung, in der er enthalten war, abscheidet, oder wo er aus dem tropfabar flüssigen oder gasartigen Zustand in den festen übergeht, bilden seine Theilchen, indem sie sich mit einander vereinigen, in vielen Fällen wenigstens, Krystalle; und

die Beständigkeit, welche man an den Krystallgestalten, oder vielmehr an dem Krystallsystem einer Substanz wahrnimmt, möchte schon hinreichender Grund zur Annahme einer geregelten Anziehungskraft seyn, welche, für jeden Körper unveränderlich, den Körpertheilchen die Art ihrer Vereinigung vorschreibt.

§. 127. Welches sind nun die Gesetze, denen diese Anziehung unterworfen ist? Was giebt diesen ebenen Flächen diesen symmetrischen Polyedern ihre Entstehung, was bestimmt ihr Winkelmaaß, und erhält diese Winkel stets unveränderlich? Warum hat eine Substanz die Neigung zur Annahme des Oktaeders; eine andere zu der des Rhomboeders? Warum ist das ganze regelmäßige Krystallsystem, welches zugleich das Oktaeder, das regelmäßige Tetraeder, den Würfel und das Rautendodekaeder erzeugen kann, mehreren gänzlich verschiedenen Substanzen, unter ganz anderen Verhältnissen gemeinschaftlich? Warum sind die anderen Krystallsysteme ganz von einander verschieden, wenigstens ihren Winkeln nach, selbst bei Körpern, welche in chemischer Rücksicht viele Aehnlichkeiten mit einander haben? In welchen Beziehungen steht die chemische Zusammensetzung eines Körpers mit der Art des ihm eigenthümlichen Krystallsystems? Woher kommen die Durchgänge? Warum sind diese in manchen Gattungen sehr deutlich, bei anderen weniger deutlich, oder gar nicht wahrnehmbar? Warum ist deren Anzahl so veränderlich, auch im Verhältniß zu den Flächen der Grundgestalt? Endlich wäre noch, abgesehen von diesen Fragen über die allgemeine Gesetze der Krystallbildung zu erörtern, warum diese Ursache, welche in ihren allgemeinen Resultaten so constant ist, im Einzelnen so viele Verschiedenheiten zeigt? Welches sind die anderen veränderlichen und zufälligen Ursachen, die dieselbe bestimmen, für eine Substanz, diese, für eine andere, jene Grundgestalt zu erzeugen zum Beispiel, hier einen Würfel, dort ein Oktaeder; in manchen Fällen eine einfache Gestalt, in anderen dieselbe auf verschiedene Weise modificirt? u. s. w.

Man könnte diese Fragen noch sehr vervielfältigen; beim jetzigen Stande der Wissenschaft aber ist es unmöglich, sie zu

beantworten. Die Gesetze der Anziehung und die, die Krystallsysteme und ihre Abänderungen bestimmenden physikalischen Grundursachen, sind uns noch gänzlich unbekannt.

§. 128. Auch haben wir nur sehr unvollkommene Kenntnisse von den, bei der Bildung von Krystallen in unseren Laboratorien, statt findenden Phänomenen, und von dem, was Verschiedenheiten in den Resultaten solcher Krystallisirung bedingt und deren unmittelbare Ursache ist. Da dergleichen Untersuchungen zugleich physikalische, chemische und krystallographische Kenntnisse erfordern, so haben sich nur wenige damit beschäftigt. Wir wollen jedoch hier einen Abriß von den bisher über diesen Gegenstand Bekanntgewordenen geben, indem wir die Resultate der Untersuchungen von Leblanc, Gay-Lussac und Beudant zusammenstellen. Bei weitem die größte Anzahl dieser Resultate, gehört dem zuletzt genannten Gelehrten an, und ist entnommen aus dessen interessanter, der Akademie der Wissenschaften zu Paris, in März 1818, vorgelesener Abhandlung (Ann. des mines 1818).

Es giebt Phänomene, welche jedesmal, wenn ein Körper krystallisirt, statt zu finden scheinen, andere hängen von besonderen Umständen ab.

Diese Umstände müssen nothwendig anders seyn für einen geschmolzenen, aus den flüssigen in den festen Zustand übergehenden Körper, als für einen in einer Auflösung enthaltenen, sich aus derselben niederschlagenden. Sie müssen begreiflich in dem letzteren Falle sehr verschiedenartig seyn, da das Auflösungsmittel und die anderen Substanzen, welche sich in der Auflösung mit der krystallisirenden befinden, auf diese, während ihrer Krystallisation, einwirken. — Die Zahl der Körper, welche wir isolirt aus dem festen Zustande in den flüssigen, und umgekehrt aus diesem in jenen versetzen können, ist sehr beschränkt, während die Anzahl derjenigen, die wir durch verschiedene Mittel auflösen, und krystallisiren lassen können, weit beträchtlicher ist. Auch haben wir über die Krystallisirung der geschmolzenen Körper weit weniger Beobachtungen, als über die der aufgelösten Körper, oder der Salze.

I.

Erscheinungen, welche man beim Uebergang geschmolzener Körper in den festen Zustand wahrnimmt.

§. 129. Das Wasser, der Schwefel, die Metalle, und einige Salze sind fast die einzigen krystallisirbaren Körper, welche wir durch bloße Temperaturerhöhung in der flüssigen, und durch Erkältung wieder in den festen Zustand versetzen können. Man sieht daher ein, daß der Gelegenheiten zu Beobachtungen der Vorgänge bei diesem Wirken der Natur, nicht sehr viele sind, deren Benutzung überdieß noch erschwert wird, dadurch, daß, um die Metalle und Salze in Fluß zu bringen, eine sehr hohe Temperatur erfordert wird, die sich auch dann noch im Körper erhält, während er fest wird. Unsere Kenntnisse hierüber sind deßhalb, bis jetzt, auch sehr beschränkt

Die geschmolzenen Körper, welche durch das Erkalten in den festen Zustand übergehen, zeigen selten deutliche Krystalle; fast immer finden sich aber an ihnen, deutliche Spuren von Krystallisation, und man kann daher im Allgemeinen diesen Uebergang in den festen Zustand auch als Krystallisirung betrachten.

Diese Spuren von Krystallisation sind an mehreren gegossenen Metallen bald das, durch den Bruch entblößte, blättrigen Gefüge, bald die (§. 125.) erwähnten baumförmigen, erhabenen Zeichnungen, welche sich zuweilen an der Oberfläche, entweder von selbst zeigen, oder wenigstens durch Einwirkung einer Säure sichtbar werden. Auf diese Eigenthümlichkeit gründet sich die Bereitung des schillernden verzinnten Eisenblechs, welches man mit dem Namen Blechmarmor, auch wohl Krystallblech oder Perlmutterblech (moirê metallique) belegt. Das gefrorene Wasser, der Schwefel zeigen auch zuweilen dendrittische Zeichnungen.

§. 130. Der langsame oder schnellere Uebergang in den festen Zustand bestimmt das mehr oder

minder Ausgesprochenseyn dieser Andeutungen von Krystallisation. Durch ein schnelles Erkalten wird die Krystallisation in der Regel sehr verworren, undeutlich, ja auch ganz unwahrnehmbar, so daß dann das Gefüge vollkommen dicht ist; geht aber das Erkalten langsam von sich, so wird die Textur im Allgemeinen mehr eine krystallinische werden. Diese Eigenthümlichkeiten bemerkt man an den meisten Metallen; manche indessen, z. B. das Messing, scheinen sich auf umgekehrte Weise zu verhalten. Unter denen, wo ein langsames Erkalten die Krystallisation befördert, ist der Wismuth es vorzüglich, wo diese Eigenthümlichkeit sich ausspricht; er zeigt zuweilen sogar deutliche Krystalle. Man kann diese indessen nur dann ganz ausgebildet darstellen, wenn man ein eigenes Verfahren anwendet; nämlich die Erstarrung aufhält, wenn sie noch unvollständig ist, und den noch übrigen Theil des flüssigen Metalls abgießt.

§. 131. Die Ruhe oder Bewegung eines flüssigen im Festwerden begriffenen Körpers, hat oft auch Einfluß auf die Deutlichkeit seiner Krystallisation; die baumförmigen Zeichnungen, von denen wir sprachen, das blättrige Gefüge, sind weniger und zuweilen gar nicht wahrnehmbar, wenn die flüssige Substanz während des Erkaltens anhaltend bewegt wurde.

§. 132. Es findet Aenderung des Umfangs, und folglich auch der Dichtigkeit statt, wenn ein flüssiger Körper den festen Zustand wieder annimmt. Bald wird die Dichtheit größer, wie dieß bei mehreren Metallen, dem Quecksilber, dem Golde, dem Blei, dem Kupfer u. s. w. der Fall ist, und wie man von mehreren anderen zu vermuthen Grund hat; bald wird die Dichtheit geringer, wie dieß beim Wasser der Fall ist. Man weiß, daß das Wasser beim Gefrieren an Umfang zunimmt, und daß das Eis die Gefäße, in denen es sich bildet, zerbricht; daß das Eis leichter als Wasser ist, weil es auf demselben schwimmt. Nach Réaumur's Versuchen scheint das Eisen ein ähnliches Resultat darzubieten, und das feste Gußeisen leichter als das geschmolzene zu seyn.

§. 133. Es findet stets eine Freiwerdung von Wärmestoff, im Augenblick, wo ein Körper fest wird, und

eine Absorption von Wärmestoff, beim Uebergange aus dem festen in den flüssigen Zustand, statt.

Es ist schon bemerkt worden, daß die Uebergänge aus dem festen Zustand in den tropfbarflüssigen und gasförmigen für jeden Körper bei bestimmten Temperaturgraden statt haben. Indessen erfordert diese Beständigkeit der Temperatur bei jeder Zustandsänderung, daß übrigens auch alle anderen Umstände gleich sind; denn manche können die Phänomene beschleunigen oder verzögern. So kann das von Luft gereinigte Wasser, ohne zu gefrieren, einen größeren Kältegrad ertragen, oder sein Gefrierpunkt ist um einen Grad niedriger als der des gewöhnlichen Wassers, welches immer eine gewisse Menge Luft enthalt.

Die Einwirkung der Luft von außen scheint auch das Gefrieren des Wassers zu begünstigen, weil Wasser, welches mehrere Grade unter dem o Punkt des Thermometers erkaltet ist, nicht gefriert, wenn man die Vorsicht gebraucht hat, es mit einer Lage von Terpentinöl zu bedecken.

II.

Erscheinungen, welche man bemerkt bei der Krystallisirung von, aus einer Auflösung sich niederschlagenden, Substanzen.

§. 134. Weil alle Körper durch andere aufgelöst werden können, viele im Wasser auflöslich sind, und weil aus solchen Auflösungen sie als Krystalle sich niederschlagen können, so hat man auch mehr Beobachtungen über die Phänome der Krystallisirung dieser Körper, als über die der geschmolzenen; indessen sind unsere Kenntnisse auch hier noch sehr mangelhaft. Man hat bis jetzt nur die Krystallisirung der in Wasser auflöslichen Körper beobachtet, und selbst die hierüber gesammelten Erfahrungen sind nicht in hinreichender Anzahl vorhanden sind, um die daraus hergeleiteten Folgerungen als ganz allgemein betrachten zu können, da überdieß eine große Menge von Ursachen bei einer Krystallisirung zugleich

wirkt, so ist es sehr schwer auszumitteln, welcher von ihnen, jede der vorkommenden einzelnen Erscheinungen zuzuschreiben ist. Daraus folgt nothwendig, daß man selten ganz richtige Resultate erhält. Man kann daher voraussetzen, daß neue Beobachtungen, einen großen Theil der Grundsätze, welche wir hier, dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse gemäß, auseinander setzen werden, umändern können.

Wir wollen hier bloß den Einfluß untersuchen, welchen die verschiedenen Umstände ausüben, die eine, in einer Auflösung vor sich gehende Krystallisation begleiten, oder begleiten können, auf die Erzeugung und den schnellen Verlauf der Phänomene auf die Deutlichkeit und Größe der Krystalle und auf die, bei einer Substanz möglichen Verschiedenheiten der erzeugt werdenden Gestalt. Dann werden wir kurz die Hauptursachen, welche einige dieser Phänomene zu erzeugen scheinen, zusammenstellen.

§. 135. Da die Temperaturveränderungen der Luft auf die Verdunstung einer Auflösung, bedeutende Einwirkung äußern, so beschleunigen oder verzögern sie die während ihres Einflusses geschehenden Krystallisationen. Die von dieser Ursache abhängenden Erscheinungen werden aber immer durch den hygrometrischen Zustand der Atmosphäre, so wie durch das unveränderte ruhige Liegenbleiben der Luft, oder durch den schnelleren oder langsameren Wechsel derselben auf der Oberfläche der Auflösung, sehr verändert, weil auch diese auf die Verdunstung einen großen Einfluß haben, so daß die unter den gewöhnlichen Umständen erhaltenen Resultate zugleich von der Einwirkung dieser drei Ursachen abhängen.

Im Allgemeinen erhält man bei äußerer höherer Temperatur schneller Krystalle, und in größerer Anzahl, als bei niedriger; was ebenfalls von einer trockneren, sowie von einer sich schnell erneuernden Luft, gilt. Da aber diese verschiedenen Zustände der Luft, welche, wie wir eben sahen, stets zugleich auf eine Auflösung einwirken, zuweilen zu gleicher Zeit die auffallendsten Veränderungen darbieten, so zeigen sich dabei oft Wirkungen, die einander ganz entgegen-

gesetzt scheinen. So z. B. in den Salzmarschen (Salzsenken) am mittelländischen Meere nimmt man wahr, daß der Südost-Wind, obgleich sehr heiß, die Gradirung und den Salzniederschlag in den Gruben nicht vermehrt, ihn sogar oft vermindert, weil dieser Wind sehr feucht und in der Regel sehr schwach ist; der Nordwest-Wind hingegen, der gemäßigter und oft kalt ist, beschleunigt die Krystallisation sehr, da er sehr heftig und äußerst trocken ist. Aehnliche Verschiedenheiten hat man bei der Concentration des salzigen Wassers, wenigstens in den Salinen bemerkt, wo man vermittelst Durchgießen auf Haufen von Reisbündeln, oder durch andere ähnliche Gradirmittel dieselbe hervorbringt.

In den Laboratorien ist die Verdunstung bei einer sehr heißen und trockenen Luft, wenn eine Auflösung sich selbst überlassen ist, sehr schnell; die Krystalle sind alsdann aber gewöhnlich klein, schlecht ausgebildet und unordentlich gruppirt. Ist die Luft mit Feuchtigkeit überladen, so findet gar keine Verdunstung statt, und es bilden sich keine oder nur wenige Krystalle; manchmal zieht die Auflösung sogar noch Feuchtigkeit an sich, und die schon gebildeten Krystalle werden wieder aufgelöst. Die große Feuchtigkeit der Atmosphäre ist es, welche bei manchen Salzen vorzüglich die Krystallvegetationen an den Wänden der Gefäße erzeugt. Hört die Feuchtigkeit auf, so sieht man deutliche Krystalle erscheinen.

Die Vergrößerung dieser Vegetationen, welche zum Theil von den Wänden aus gegen das Innere der Gefäße zu, sich erheben, scheint von einer solchen öfters erfolgten Abwechselung der Feuchtigkeit mit Trockenheit herzurühren.

Das Hervorstechen dieser Gebilde über das Niveau der Auflösung und das, zuweilen sogar vorkommende, Befindlichseyn derselben an der äußeren Fläche der Gefäße, scheint nach Beudant bewirkt zu werden durch die Emporhebung, welche die schon gebildeten Krystalltheilchen von denen erleiden, welche unter ihnen sich niederschlagen, und durch Erhebung eines Theils der Auflösung vermittelst Haarröhrchen-Anziehung, welche an den schon gebildeten ästigen Krusten, und

in dem kleinen Raum zwischen diesen und der Wand des Gefäßes, welche sie bedecken, statt hat.

Wir könnten noch viele andere Beispiele anführen, über den Einfluß, welchen die genannten Ursachen auf die Krystallisirungen ausüben; da aber diese Ursachen nur durch die größere oder geringere, durch sie erzeugte, Verdunstung, Einfluß ausüben, so gehören ihre Wirkungen zu den von dieser Ursache abhängigen, wovon wir weiter unten (§. 137) sprechen werden.

Bei übrigens sonst gleichen Umständen bringen die gewöhnlichen Verschiedenheiten des thermometrischen oder hygrometrischen Zustandes der Atmosphäre, sowie die mehr oder weniger schnelle Erneuerung der Luft, keine Veränderung in Betreff der sich bildenden Krystallgestalt einer krystallisirenden Substanz hervor.

§. 136. Die Abänderungen im barometrischen Druck der Luft scheinen für sich und bei gewöhnlichen Umständen keinen Einfluß auf die Krystallisation der Salze auszuüben; die gänzliche Abwesenheit dieses Drucks aber erzeugt merkwürdige Erscheinungen.

Es giebt Salze, wie z. B. das schwefelsaure Natrum, deren Auflösungen im luftleeren Raume, auch wenn sie bewegt werden, keine Krystalle geben. Macht man den Versuch in einer Barometerröhre, so ist das Hineinlassen einer Luftblase zur plötzlichen Bildung von Krystallen hinreichend, und es ist merkwürdig, daß das Wasserstoffgas, das kohlensaure und das Salpetergas eben diese Wirkung haben, wie die atmosphärische Luft.

Im Gegentheil krystallisirte eine Auflösung von ungesättigt-kohlensauren Natrum im leeren Raume, während sie es in der Luft nicht that.

Andere Salze endlich, wie der Salpeter, das salzsaure Natrum, das schwefelsaure Kali, und mehrere andere, krystallisirten sowohl im leeren Raume als in der Luft.

Aus diesen interessanten Erfahrungen, die wir Gay-Lussac (Journal des mines, nr. 204, p. 435) verdanken, sieht man, daß die Wirkungen des Luftdrucks auf die Krystallisi-

rung sehr verschieden sind, ohne Zweifel hängen sie von der Natur der Salze ab.

§. 137. Die verschiedenen Grade der Concentration einer Auflösung, verursachen für sich keine wichtige Abänderung bei der Krystallisirung der sich daraus niederschlagenden Salze.

Indem wir hier von verschiedenen Zuständen der Concentration einer Auflösung sprechen, wollen wir nicht den allgemein anerkannten Grundsatz umstoßen, daß es nemlich für die Auflösung eines jeden Salzes einen Sättigungspunkt gäbe, unterhalb welchem sich keine Krystalle bilden können, und der sogar, damit die Krystallisation beginne, ein wenig überschritten seyn muß. Diese Gränze ist als constant anzusehen, aber nur unter denselben Umständen; sie kann im Gegentheil bei veränderten Umständen sehr verschieden seyn. Man weiß zum Beispiel, daß die Salze in der Regel auflöslicher in heißem als in kaltem Wasser sind. Die Concentration ist also größer, oder der Sättigungspunkt erhöhter, im ersteren Fall als im zweiten.

Aus diesem Grundsatze folgt nothwendig, daß nur eine gesättigte Auflösung Krystalle absetzen kann, wenn einige Verdünstung statt findet. Es ist jedoch bekannt, daß sich in manchen Fällen Krystalle, und sogar sehr deutliche, in Auflösungen bilden, bei welcher keine Verdünstung statt findet, wie dieß zuweilen in vollkommen verschlossenen Flaschen, welche man in den Laboratorien aufbewahrt, der Fall ist; man behauptet sogar, daß sie sich auf diese Weise in nicht ganz gesättigten Auflösungen, wenn man sie der Verdünstung entzog, Krystalle gebildet haben.

Beudant hat beobachtet, daß diese in geschlossenen Gefäßen, ohne Verdünstung gebildeten Krystalle vorzüglich sich in Auflösungen von solchen Salzen zeigten, welche sehr große Cohäsion besitzen, wie der Alaun, der Borax, das schwefelsaure Kali, u. s. w., und daß die Auflösung des Salpeters, des Meersalzes, des schwefelsauren Eisens und Ammoniums und anderer, deren Cohäsion schwächer ist, niemals dergleichen unter denselben Umständen zeigen. Es ist schwierig, die Bildung

dieser Krystalle zu erklären, wenn man nicht annimmt, daß durch eine lange Ruhe die Salztheilchen sich am Grunde der Auflösung einander näherten, welcher dann gesättigter als die Auflösung wurde; und diese hypothetische Erklärung würde einen großen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten, wenn es gewiß wäre, wie man versichert, daß sich die Krystalle in diesem Falle nur am Grunde des Gefäßes bilden.

Man beobachtet etwas ähnliches in den Behältern von gesalzenem Wasser, wo es vollkommen ruhig ist. Es bilden sich daselbst keine Krystalle; der Grund aber hat einen höheren Sättigungsgrad, als die oberen Theile. Ohne Zweifel möchte diesen Unterschied von den Abscheidungen süßen Wassers auf der Oberfläche herrühren. Eine merkwürdigere Thatsache aber ergiebt sich aus den Untersuchungen Hallers (Mem. de Acad. des sciences année 1764. p. 28.). Nachdem er eine Röhre von 35 Fuß Höhe mit Salzwasser gefüllt hatte, so hatte nach 56 Tagen der obere Theil $\frac{3}{100}$ seines Salzgehaltes verloren, der untere Theil hatte $\frac{1}{100}$ gewonnen, und 11 Fuß unter der Oberfläche war der Salzgehalt derselbe geblieben. In einem Wasserbehälter von $7\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe, hatte nach 4 Tagen der Salzgehalt unten um $\frac{1}{400}$ zugenommen. Die Zunahmen im Salzgehalt sind hier freilich sehr schwach; aber diese Resultate reichen schon hin, zu zeigen, daß dieselbe Ursache in gewissen Fällen sehr beträchtliche Verschiedenheiten zeigen kann.

Man hat auch in den Seifensiedereyen beobachtet, daß die Auflösnngen von Natrum, welche man daselbst aufbewahrt, gewöhnlich am Grunde des Behälters mehr als an der Oberfläche gesättigt sind.

Nimmt man nun an, daß diese Thatsachen richtig sind, so müßte noch gezeigt werden, daß die Krystalle in solchen Fällen unwiderstreitbar gewiß, von einer graduellen Concentration der Salztheilchen gegen den Grund der Auflösung, in Folge einer langen Ruhe, herrühren, und daß sie durch nichts anderes erzeugt werden. Gay-Lussac, dessen Meinung hier, von großem Gewicht ist, glaubt, daß die Thatsachen, worauf diese Annahme, einer von selbst erfolgten Concentration sich stützt, nicht beweisend genug seyen, daß dieselben auch von ei-

ner unvollkommenen Vereinigung zweier oder mehrerer verschieden gesättigter Auflösungen abgeleitet werden könnten; er hat über diesen Gegenstand mehrere Untersuchungen angestellt, welche Resultate geliefert haben, die seiner Ansicht entsprechen. (Siehe Annales de Chimie et de physique, T. VII, p. 80, Janvier, 1818.)

Es ist zu wünschen, daß man über diesen Gegenstand neue Untersuchungen anstelle, welcher um so wichtiger ist, als er dazu dienen kann, den Salzgehalt des Meeres in verschiedenen Tiefen zu bestimmen, worüber uns zur Zeit sichere Erfahrungen noch mangeln.

§. 138. Die Langsamkeit oder Schnelligkeit der Verdünstung hat auf die Deutlichkeit und Größe der Krystalle bedeutenden Einfluß. Eine schnelle Verdünstung erzeugt im Allgemeinen kleinere Krystalle, die aufgehäuft, verworren und undeutlich gruppirt sind. Eine langsame und gemäßigte Verdünstung hingegen erzeugt größere und deutlichere Krystalle. Man wendet diesen Grundsatz in den Sallinen an, um grobkörniges Salz zu erhalten, welches zu manchem Gebrauche vorgezogen wird.

Eine Auflösung, welche man der natürlichen Verdünstung durch die Luft, überlassen hat, erzeugt im Allgemeinen größere und deutlichere Krystalle, als wenn man sie erwärmt hätte.

Man begreift wohl, daß, in allen diesen Fällen, die Langsamkeit der Verdünstung, die Anziehung der schon gebildeten Krystalle gegen neue sich absetzende Salztheilchen, und folglich das Anwachsen derselben begünstigt; aber hierzu scheint auch die Ruhe der Auflösung eine wesentliche Bedingung zu seyn.

§. 139. In der That hat der Zustand von Ruhe der Auflösung in vielen Fällen großen Antheil an die Deutlichkeit und Größe der Krystallgestalten. Eine bewegte Auflösung erzeugt nur kleine und verwirrt durch einander liegende Krystalle.

Von der anderen Seite begünstigt die Bewegung zuweilen eine Krystallisirung, welche im Zustand der Ruhe nicht

statt haben würde. Oft setzt eine übersättigte Auflösung keinen Krystall ab; wenn man aber dem Gefäß einen leisen Stoß giebt, so sieht man das aufgelöste Salz sich plötzlich in Menge krystallisiren. Dieses Phänomen zeigt sich vorzüglich beim schwefelsaurem Natrum.

Man hat bei manchen Salzen beobachtet, daß schwingende Bewegungen, welche man einem Gefäße mittheilte, das die, im Krystallisiren begriffene, Auflösung enthielt, Mittelpunkte ausstralender Krystallisation in derselben erzeugten, die ziemlich mit den Knoten der Schwingungen zusammenfielen.

§. 140. Die Temperatur der Auflösung. Man weiß, daß in einer Auflösung eines in der Hitze mehr als in der Kälte auflöslichen Salzes, durch das Erkalten auf der Stelle, die Krystallisation eines Theils des Salzes beginnt.

Man hat, wenigstens an mehreren Salzen, bemerkt, daß eine niedrigere Temperatur größere Krystalle erzeugt, als eine höhere; daß bei sehr hoher Temperatur die Krystallisation unregelmäßig, und die daraus hervorgehenden Massen sehr zerbrechlich sind; Phänomene, welche davon abzuhangen scheinen, daß die Verdunstung im ersteren Falle langsamer als in dem zweiten geschieht; was also dem (im §. 138) Gesagten entspricht. Indessen wurden diese Verschiedenheiten nur beobachtet bei Temperaturen, die höher als die der Atmosphäre waren, und unter Umständen, wo Verdunstung statt fand.

Bei sehr niedrigen Temperaturen hat man eigenthümliche Resultate erhalten, ja sogar, wie man behauptet, Entstehung anderer Gestalten beobachtet, die aber davon abzuhängen scheinen, daß das aufgelöste Salz seine Beschaffenheit veränderte *).

---

*) Man hat mehrere Beispiele von Auflösungen, wo sich ein anderes Salz absetzte, als das, welches man hineingebracht, der Temperatur zufolge, der man sie bei ihrer Krystallisirung aussetzte. So schlägt eine bis zur Krystallisation verdunstete Auflösung von schwefelsaurem Natrum, bei ihrer Siedhitze wasserfreies schwefelsaures Natrum nieder.

Davy hat gezeigt, daß bei Temperaturen, die gleich oder höher als die der Atmosphäre sind, ein Salz (das salpetersaure Ammoniak) mehr oder weniger Wasser bei seiner Krystallisirung in sich aufnimmt, je nach den verschiedenen Graden der Hitze der Auflösung, und daß dadurch einige Verschiedenheiten der Krystallgestalten erzeugt werden.

§. 141. Der Umfang der Auflösung scheint im Allgemeinen nur Verschiedenheiten in der Größe der Krystalle und nicht in deren Gestalt hervorzurufen. Bei übrigens gleichen Umständen erhält man in einer Auflösung, welche ein beträchtliches Volumen einnimmt, größere Krystalle, in einer an Umfang geringeren Solution, kleinere.

Da die schon gebildeten Krystalle eine Anziehung auf die sich niederschlagenden Salztheilchen ausüben (wie man §. 146 sehen wird), so begreift man, daß, je größer der Umfang der Auflösung ist, desto mehr Theilchen auch vorhanden seyn müssen, auf welche diese Anziehung wirken kann, und um so mehr werden die Krystalle eine Neigung haben, sich zu vergrößern.

§. 142. Die Höhe der Solution, bei Gleichheit des Umfangs der Flüssigkeit hat auch auf die Größe der Krystalle Einfluß. Beudant brachte zwei gleiche Mengen einer Auflösung in zwei Gefäße, von denen das eine sehr hoch und enge, das andere sehr weit war; und er erhielt in dem ersteren acht bis zehnmal größere Krystalle, als in dem zweiten.

§. 143. Der elektrische Zustand der Auflösung. Es scheint eben nicht der Fall zu seyn, daß eine elektrische Verschiedenheit in der Solution merklicher Weise auf die in derselben vor sich gehenden Krystallisirung einwirke. Beudant beobachtete, daß Auflösungen, denen eine oder die andere Art von Elektricität ertheilt worden, kleinere Krystalle gaben, als wenn sie im gewöhnlichen Zustande sich befanden.

Auch hat er wahrgenommen, daß elektrische Funken, schnell auf eine krystallisirende Solution geschleudert, in derselben Mittelpunkte von divergirender Krystallisation erzeugten. Dieß

Phänomen scheint aber davon abzuhängen, daß der elektrische Stoß zitternde Bewegungen der Auflösung mittheilte. Es ist dieß also ganz dem oben (§. 139) Auseinandergesetzten ähnlich.

Die verschiedenen elektrischen Einflüsse bringen keine Veränderung in Betreff der Gestalt der Krystalle hervor.

Es scheint Entbindung von Elektricität in dem Augenblicke, wo Krystallisation statt findet, vor sich zu geben, besonders wenn diese schnell geschieht; wir haben aber in dieser Rücksicht noch keine hinreichend genauen Beobachtungen.

§. 144. Die Berührung der Luft scheint für die Auflösung mancher Salze wesentliche Bedingung zu seyn zur Absetzung von Krystallen. Eine Lage von Terpentinöl, auf eine mit schwefelsaurem Natrum gesättigte Auflösung gebracht, hindert das Krystallisiren. Diese Erfahrung ist ganz der, oben (§. 133) beim Gefrieren des Wassers erwähnten, ähnlich.

§. 145. Die Natur der Apparate erzeugt verschiedene Resultate bei der Krystallisirung. Eine Auflösung krystallisirt z. B. schneller in steinernen Gefäßen vom Töpfer (Steingutgeschirr), als in gläsernen u. s. w. Da man immer ein Gefäß anwendet, auf welches die Auflösung nicht chemisch einwirkt, so können diese Verschiedenheiten nur von zwei Ursachen herrühren. Entweder von dem größeren Grade der Anziehung, den diese oder jene Substanz auf das krystallisirende Salz ausübt (was durch eine weiter unten [§. 146] zu erwähnende Thatsache bestätigt zu werden scheint), oder hauptsächlich von größerer oder geringerer Glätte der Oberfläche; denn wenn in einem Gefäße eine Rauhigkeit sich findet, so häufen sich die Krystalle an diesem Punkte in größerer Anzahl zusammen, als an anderen Stellen. Beudant hat wahrgenommen, daß, wenn man ein Gefäß mit Ausnahme eines Punktes ganz mit Fett überzieht, alle Krystalle gegen diesen Punkt sich wenden, und sich dort gruppiren. Wenn so die ganze innere Fläche belegt ist, so wird die Krystallisation lange verzögert; und wenn sie endlich durch Uebersättigung erzwungen wird, so bilden sich die Krystalle an der Oberfläche

der Flüssigkeit, und gruppiren sich daselbst, bis ihr Gewicht zu beträchtlich wird.

Man beobachtet in der Natur, Erscheinungen, welche, zum Theil wenigstens, einer ähnlichen Ursache zuzuschreiben sind. Wenn ein Gang mehrere Schichten von sehr verschiedenen Felsarten durchläuft, so bemerkt man oft, daß die, den Gang zusammensetzenden Substanzen merklich nach den Schichten verschieden sind. So ist zu Kongsberg der silberhaltige Gang am reichsten, an den Stellen, wo er ein Kupferkieslager durchsetzt. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, daß gewisse chemische Thätigkeiten, die den Niederschlag einer Substanz mehr als den einen anderen begünstigten, hier vorzüglich wirksam waren.

§. 146. Ein fremder in die Auflösung gebrachter Körper erzeugt eine Wirkung, welche ganz der von der Natur der Gefäße abhängenden analog ist. Man weiß, daß Fäden, Stäbchen, Eisendrähte, Glasröhren u. s. w. die in eine Auflösung gebracht wurden, in der Regel sich schneller als die Wände des Gefäßes mit Krystallen bedeckten. Bei den Untersuchungen über das schwefelsaure Natrum bemerkte Gay-Lussac, daß eine Glasröhre sich schneller mit Krystallen bedeckte, als ein Eisendraht; und, da dieser eine weniger glatte Oberfläche als die Glasröhre hat, so scheint diese Erscheinung die Idee zu unterstützen, die wir eben aufgestellt haben, daß nämlich jene Aenderung der Krystalle zum Theil von einer stärkeren Anziehung herrühre, welche manche Substanzen ausüben.

Von allen fremden Körpern, die man so in eine Auflösung bringen kann, ist es ein Krystall des Salzes, welches gleichnamig dem ist, das zu krystallisiren beginnen soll, dessen Wirkung am schnellsten und sichersten die Krystallisirung befördert.

Man sieht an diesem Krystall sogleich entweder kleine Krystalle sich anlegen, oder Lagen, die ihn vergrößern und ihm dieselbe Form lassen. In manchen Fällen (wie man §. 157 sehen wird) ändert er auch hierdurch seine Gestalt und nimmt eine andere von eben diesem Krystallsystem abhängige an.

§. 147. Die Lage der schon in einer Solution gebildeten Krystalle scheint nicht auf ihre Gestalt, d. h. nicht auf die Zahl und Lage ihrer Flächen, wohl aber auf die größere oder geringere Ausdehnung dieser Flächen einzuwirken.

Im Allgemeinen glaubte man zu bemerken, daß die Krystalle mehr in die Breite als in die Höhe wachsen; daß die sich am Grund einer Auflösung in einer senkrechten Lage bildenden Krystalle gewöhnlich sehr regelmäßig in ihren Umrissen, und in ihren Endspitzungen sind; daß die oberen Flächen der sich an den Seiten des Gefäßes absetzenden Krystalle ausgedehnter sind; daß die, welche sich an der Oberfläche der Flüssigkeit bilden, und in der Auflösung frei hängen, meist sehr breit sind, aber schlecht ausgebildete Pyramiden besitzen.

Wir verdanken Leblanc mehrere Beobachtungen der Art, bei welchen es ihm gelang, die Krystalle willkührlich in einer oder der anderen Richtung zu vergrößern, indem er ihre Lage in der Auflösung änderte. Beudant, der auch in dieser Rücksicht Untersuchungen anstellte, erhielt dieselben Resultate.

§. 48. Die in einer Auflösung sich befindenden mechanischen Einmengungen modificiren in manchen Fällen die Gestalten der Krystalle, welche sich aus derselben niederschlagen, indem sie dieselben einfacher machen. Um aber genauer ihren Einfluß anzugeben, muß man drei mögliche Fälle unterscheiden:

1) Wenn diese mechanischen Beimengungen sehr fein gepulvert sind, und wenn sie in einem fast fortwährenden Zustand des Schwebens in der Auflösung bleiben, so wird die Gestalt ganz so, wie sie ohne diese Beimengung geworden wäre; man sieht bloß zuweilen die Krystalle in ihrem Inneren von parallelen Schichten dieser pulverigen Stoffe durchzogen.

2) Legt sich die mechanische Einmengung auf den Boden der Auflösung in sehr feinen unzusammenhängenden Theilchen, so haben die, sich in der Nähe dieser Absetzung bildenden, Krystalle eine einfachere und regelmäßigere Gestalt, als sie in einer ähnlichen ganz reinen Auflösung angenommen haben

würden, oder auch, als sie in dem über diesem Absatz befindlichen Theile der Flüssigkeit erhalten haben. Beudant hat dieses Resultat erhalten beim Alaun und beim schwefelsauren Eisen, als er diese Salze über einem Niederschlag von schwefelsaurem Blei krystallisiren ließ. In der Natur bemerkte man schon lange, daß Quarzkrystalle, denen erdiges Eisenoxyd mechanisch eingemengt ist (Hyacinthen von Compostella), sowie die mit Chloritttheilchen gemengten Axinitkrystalle, und besonders die Kalkspathkrystalle, denen Quarz- oder Sandkörner beigemengt sind, eine sehr einfache und sehr regelmäßige Gestalt haben.

Damit man diese Erfahrung bei einer Auflösung bestätigt finde, muß die Ablagerung jener fremden Theilchen von der Flüssigkeit bedeckt seyn. Auch darf die Auflösung nicht sehr concentrirt seyn; denn ist sie stark übersättigt, so haben die sich in der Absetzung bildenden Krystalle mehr oder weniger trichterförmig ausgehöhlte Flächen.

3) Wenn das mechanische Gemenge am Grunde einer Auflösung gallertartig ist, so ziehen die sich dort bildenden Krystalle keinen Theil desselben an, und erleiden keine Gestaltveränderung; Beudant aber bemerkte, indem er auf einem gallertartigen Niederschlag von Thonerde operirte, daß die Krystalle der verschiedenen sich niederschlagenden Salze stets isolirt, sehr regelmäßig und sehr deutlich waren, und er war überzeugt, daß diese Thatsache nicht von der chemischen Thätigkeit dieser Substanz auf die Salze herrühre. Damit diese Wirkungen statt haben, braucht der gallertartige Niederschlag nicht nothwendig durch die Auflösung bedeckt zu seyn.

§. 149. Die einer Auflösung chemisch eingemengten Stoffe üben auf die daraus krystallisirenden Salze einen sehr großen Einfluß, und bringen Modifikationen der entstehenden Krystallgestalten hervor. Die genaue Kenntniß der Wirkungen, die diese Ursache erzeugen kann, würden von großer Wichtigkeit seyn, weil man mit Wahrscheinlichkeit vermuthen kann, daß sie häufig in der Natur wirken muß. Wir haben über diesen Gegenstand aber nur eine kleine Anzahl von Thatsachen, von denen wir die meisten den Untersuchungen von Beudant verdanken.

Diese **chemischen Einmengungen** *) können für jedes Salz von anderer Natur seyn. Die Resultate sind verschieden, je nachdem die chemisch eingemengte Substanz sich mit den entstehenden Krystallen verbinden kann oder nicht. Wir wollen zuerst von dem letzteren Falle sprechen, der in zwei andere zerfällt, je nachdem der eingemengte Körper krystallisirbar ist, oder nicht.

§. 150. Wenn die Auflösung eines Salzes mit einer Substanz gemengt ist, welche wir isolirt, nur im tropfbarflüssigen oder gasförmigen Zustand erhalten können, so sind die von dieser Solution erzeugten Krystalle ihrer Gestalt nach anders, als ohne diese Beimengung; oder, im Allgemeinen, **die Natur des Auflösungsmittels bringt oft Veränderungen in Betreff der Gestalten der Krystalle hervor.** So z. B. beim Alaun, der aus einer Auflösung in Wasser als Oktaeder mit leicht abgestumpften Kanten krystallisirt, findet man jedesmal cubo-oktaedrische Krystalle, wenn er in Salpetersäure, und cubo-ikosaedrische, wenn er in Salzsäure krystallisirt. Das schwefelsaure Eisen, aufgelöst von Schwefel-Säure, das schwefelsaure Kupfer, aufgelöst von Salpetersäure oder von einem mit salzsaurem Gase gesättigtem Wasser haben gleichfalls andere Gestalten geboten, als die, welche sie in reinem Wasser annehmen.

Man hat aber bemerkt, daß diese Gestalten-Abänderungen nur relativ sind; d. h. daß sie nur constant vorkommen, bei **einer** von den Formenarten, die das der Beobachtung unterworfene Salz in einer gewöhnlichen Solution annehmen

---

*) Wir verstehen hier unter **chemischen Gemenge** mit **Beudant** die (nicht mechanische) Verbindung eines Körpers mit einem anderen in **unbestimmten** Verhältnisse. Es ist viel gestritten worden, ob man diese chemischen Verbindungen als **Gemenge** oder oder als **Mischungen** ansehen soll. Bei der letzteren Meinung, die wir hier keineswegs verwerfen wollen, wäre es aber immer nützlich, die **Mischungen** in **unbestimmten** Verhältnissen, von denen mit **bestimmten** Verhältnissen zu unterscheiden. Der Ausdruck **chemisches Gemenge** hat hier keinen anderen Zweck als den, diese Verschiedenheiten zu bezeichnen; und es scheint uns, daß alles Folgende nach jeder der beiden Meinungen gleich wahr sey.

kann, und daß sie von anderer Art sind, wenn die durch die gewöhnliche Auflösung erzeugte Gestalt eine andere ist.

§. 151. Wenn die fremde, der Auflösung eines Salzes chemisch beigemengte Substanz auch krystallisirbar ist, oder wenn eine Auflösung zugleich mehrere krystallisirbare Salze enthält, die jedoch in den Krystallen nicht chemisch gemengt seyn können, so geschieht es oft, daß eines der Salze im Krystallisiren Gestalten annimmt, die es unter anderen Umständen sich nicht angeeignet haben würde. So nimmt das salzsaure Natrum die Gestalt von Cubo-Oktaedern an, wenn es in einer Auflösung von Borax oder noch besser, von Borarsäure krystallisirt; Alaun, der in einer gewöhnlichen Solution in Oktaedern mit abgestumpften Kanten krystallisirt, gab Cubo-Oktaeder in einer Auflösung von schwefelsaurem oder phosphorsaurem Natrum.

Der Borax, das salzsaure Ammoniak und das schwefelsaure Kupfer haben ähnliche Verschiedenheiten der Krystalle in verschiedenen Gemengen gezeigt.

§. 152. Endlich kann es sich ereignen, daß, unter den so in einer Auflösung chemisch gemengten Salzen sich eins befindet, welches die Fähigkeit besitzt, im Krystallisiren eine mehr oder weniger beträchtliche Menge der anderen Salze mit sich zu verbinden.

Leblanc erhielt Krystalle in Gestalten des schwefelsauren Eisens, welche die Hälfte ihres Gewichts schwefelsaures Kupfer enthielten, und Beudant hat gezeigt, daß dieses Eingemengtseyn eines Salzes in die Krystalle eines anderen Salzes oft sogar in weit größeren Verhältnissen statt finden kann. So enthielt er gemengte Krystalle, welche die Gestalten des schwefelsauren Eisens hatten, und die 85 Hunderttheile schwefelsaures Zink enthielten, andere mit 90 Hunderttheilen von schwefelsaurem Kupfer; noch andere endlich, bis an 97 Hunderttheile schwefelsauren Zinks und Kupfers (siehe Ann. des mines, 1817).

Die Eigenschaft der chemischen Verbindung mehrerer Substanzen, das Krystallsystem einer derselben beizubehalten, ist

von großer Bedeutung, weil sie dienen kann, die Widersprüche zu erklären, welche man in der Mineralogie so oft zwischen den Resultaten der Analyse und denen der Beobachtung der Krystalle antrifft.

Wenn aber bei diesen chemischen Gemengen eine Substanz die Kraft hat, die Krystallisation einer anderen in gewisser Hinsicht zu unterdrücken, indem sie dieselbe der ihrigen unterwirft, so wirkt die letztere Substanz gleichfalls auf die erstere; und diese Thätigkeit, obgleich viel schwächer, als die derjenigen Substanz, welche die Gestalt giebt, äußert sich dennoch sehr oft an den Krystallen durch Modifikationen der Gestalten, welche nicht statt finden würden, ohne Vorhandenseyn der eingemengten Substanz. Bei übrigens fast gleichen Umständen sind diese Modifikationen immer gleich in einerlei Gemengen, und verschieden, in verschiedenen Gemengen.

So z. B. sind die Krystalle des schwefelsauren Eisens ganz einfache Rhomboeder, wenn sie mit schwefelsauren Kupfer oder schwefelsauren Nickel gemengt sind; die Rhomboeder sind an den Scheiteln abgestumpft, beim Gemengtseyn mit schwefelsaurem Zink oder schwefelsaurer Talkerde; die Rhomboeder sind an den Randecken abgestumpft, wenn schwefelsaure Thonerde eingemengt ist.

Das schwefelsaure Kupfer hat ähnliche Verschiedenheiten gezeigt beim Gemengtseyn mit salpetersaurem Kupfer, schwefelsaurem Nickel, schwefelsaurer Thonerde, oder schwefelsaurem Natrum, Kali, Ammonium, Zinn, u. s. w.

§. 153. Enthält eine Auflösung einen Ueberschuß der Säure oder der Salzbase, so zeigen die sich hier bildenden Krystalle ebenfalls verschiedene Gestalt-Modifikationen.

Leblanc erhielt würfliche Krystalle des Alauns dadurch, daß er einen Ueberschuß der Basen in der Auflösung erzeugte. Beudant hat dieses Resultat bestätigt, und machte ganz ähnliche Beobachtungen am schwefelsauren Eisen und schwefelsauren Kupfer. Er nahm wahr, daß das schwefelsaure Eisen verwickeltere Krystalle gab, wenn die Auflösung keinen Ueberschuß von Säure enthielt; daß sie einfacher waren, wenn

ein Ueberschuß der Base statt fand. Das Entgegengesetzte findet sich beim schwefelsaurem Kupfer. Hier gab der Ueberschuß von Säure einfachere, und der der Base zusammengesetztere Gestalten.

Diese Thatsache könnte man als analog der oben erwähnten ansehen, welche von der chemischen Einmengung abhängen; wir haben sie aber getrennt von einander erwähnen zu müssen geglaubt, weil die Krystalle, welche sich in einer Auflösung, mit Ueberschuß an Base oder Säure, bilden, zuweilen auch dieselbe chemische Verschiedenheit darzubieten scheinen.

Diese Verschiedenheit ist freilich von mehreren Chemikern, besonders in Absicht auf die würflichen Krystalle des Alauns, in Zweifel gezogen werden. Indessen muß man dieselbe doch annehmen, wenn man erwägt, daß diese würflichen Krystalle, getrocknet, wieder aufgelöst und von neuem krystallisirt, ebenfalls wiederum diese würflichen Gestalten geben. Weiter unten (§. 156) wird von einer ähnlichen Erscheinung die Rede seyn.

§. 154. Die Doppelsalze zeigen auch verschiedene Modifikationen an ihren Krystallen, je nachdem das eine oder das andere der zusammensetzenden Salze in der Auflösung vorherrscht. So nimmt das schwefelsaure Doppelsalz des Kalis und der Talkerde die Gestalt eines schiefwinklichen Prismas an, wenn die schwefelsaure Magnesia vorherrscht; findet das Gegentheil statt, so ist das Prisma an den spitzen Ecken modificirt; und man erhält noch andere Gestalten bei mittleren Verhältnissen.

§. 155. Enthält die Auflösung eines Salzes eine andere auf dieses Salz chemisch einwirkende Substanz, ohne daß sie dasselbe jedoch ganz zersetzen kann, so entstehen daraus mehrere Abänderungen der Krystallgestalten. So ruft die Thätigkeit eines unauflöslichen kohlensauren Salzes auf den Alaun nach und nach in dieser Auflösung oktaedrische Krystalle hervor, dann cubo-oktaedrische, und endlich würfliche Krystalle.

Die Salzsäure, das ungesättigt-boraxsaure Natrum äußern auf den Alaun ähnliche Wirkungen.

§. 156. Wenn man in einer Flüssigkeit zwei Krystalle

von einer und derselben Substanz auflöst, die aus verschiedenen Solutionen gewonnen werden, und mit verschiedenen, aber einfachen Gestalten, versehen sind, so nehmen, wenigstens in manchen Fällen, die daraus hervorgehenden Krystalle, Gestalten an, welche die der beiden aufgelösten Krystalle mit einander verbinden.

Beudant nahm würfliche und oktaedrische Krystalle von Alaun zusammen, und erhielt cubo-oktaedrische Krystalle. Er nahm wahr, daß die Krystallisirung hier durchaus schnell vor sich gehen mußte, und daß das Phänomen bei einem langsamen Verlauf derselben sich nicht zeigte; im letzteren Falle schlagen sich die oktaedrischen und würflichen Krystalle getrennt von einander nieder.

Diese wichtige Beobachtung wird ohne Zweifel einmal ihre Anwendung auf die natürlichen Krystalle finden. Beudant hat sie von neuem durch eine umgekehrte Operation bestätigt. Nachdem er sehr zusammengesetzte Alaun-Krystalle, welche zugleich Flachen des Oktaeders, des Würfels und des Dodekaeders zeigten, nach und nach verschiedenen Auflösungen und Krystallisirungen unterworfen hatte, gelang es ihm, dieselben gleichsam in mehrere einfache Gestalten zu zerlegen: Er erhielt oktaedrische und cubische Krystalle. Das Dodekaeder konnte er nicht vollkommen erzeugen; aber er erhielt cubo-dodekaedrische Formen.

§. 157. Wenn der Krystall eines Salzes in die mit eben diesem Salze gesättigte Solution gelegt wird, welche nicht fähig ist, Krystalle mit eben dieser Gestalt zu erzeugen, so wird dieser Krystall beim Anwachsen seine Gestalt nicht behalten, sondern die, welche von der Solution hervorgebracht wird, annehmen. Ein cubischer Krystall des Alauns nahm, in einer Auflösung von oktaedrischem Alaun gelegt, die oktaedrische Gestalt beim Wachsen an. Diesen Versuch verdanken wir Leblanc.

§. 158. Faßt man nun alle von §. 135 an aufgezählten Thatsachen zusammen, so ergiebt sich:

1) Daß die Krystallisirung im Allgemeinen thätiger ist in einer sehr concentrirten Auflösung, bei schneller Verdunstung, und folglich bei heißer trockener Luft,

und häufigem Wechsel derselben; daß die Natur der Gefäße das Vorhandenseyn fremder Körper in der Auflösung, und besonders das Hineinbringen eines Krystall desjenigen Salzes, welches darin krystallisiren soll, großen Einfluß auf das Beginnen dieser Erscheinung haben; daß die Krystallisirung dagegen verzögert oder gar gehindert wird durch die entgegengesetzten Umstände. Zugleich läßt sich auch erkennen, daß wie oben erwähnt wurde, da die Meisten von diesen Ursachen gleichzeitig und oft einander entgegen wirken, die Resultate in jedem besonderen Falle oft sehr zusammengesetzt, und im ersten Augenblick mit den eben erwähnten widersprechend scheinen können.

2) Daß die Krystalle im Allgemeinen bestimmtere Gestalten haben, wenn die Verdunstung langsam geschieht und die Auflösung ruhig steht; daß folglich alle Umstände, die dieß bewirken, auch dazu beitragen, den Krystallen eine große Deutlichkeit zu ertheilen.

3) Daß die Krystalle im Allgemeinen größer werden, je langsamer die Verdunstung, je gesättigter die Auflösung, und je beträchtlicher deren Volumen und je größer deren Höhe ist.

4) Daß, beim jetzigen Stande unserer Kenntnisse, die einzigen Ursachen, welche Abänderungen von Krystallgestalten eines Minerals erzeugen können, sich auf vier reduciren, nämlich 1) das mechanische Eingemengtseyn von fremden Stoffen, welche mit einem Salz bei seiner Krystallisation sich verbinden können; 2) der Einfluß fremder Körper, fester, tropfbarflüssiger oder gasartiger, welche sich in der Auflösung befinden, ohne daß die Krystalle sie in sich aufnehmen; 3) die chemischen Einmengungen fremder Stofe, welche ein Salz in seine Krystalle mit auffassen und darin enthalten kann; 4) das Wandelbare zwischen den relativen Verhältnissen der einzelnen Bestandtheile eines Salzes.

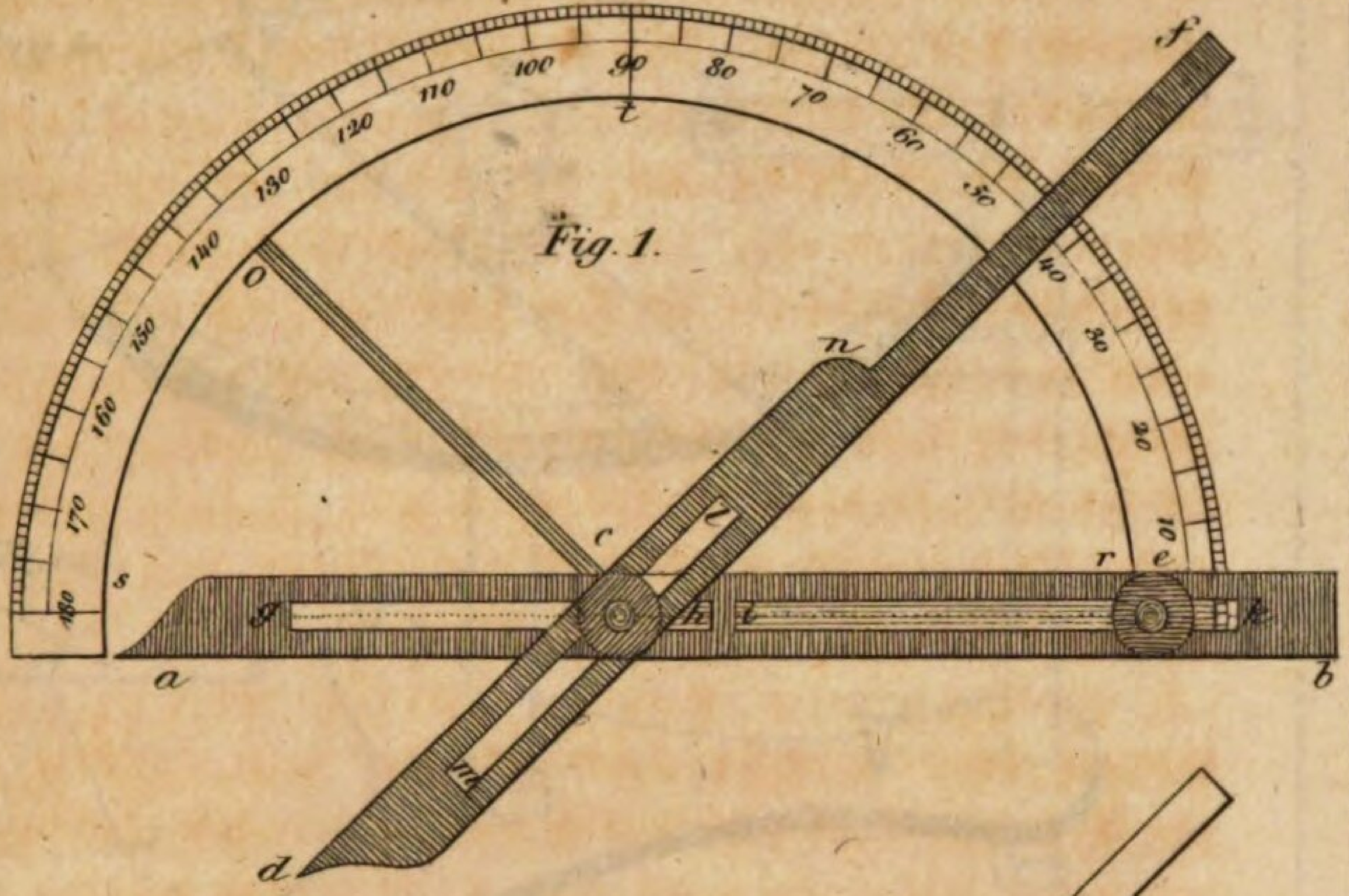


Fig. 1.

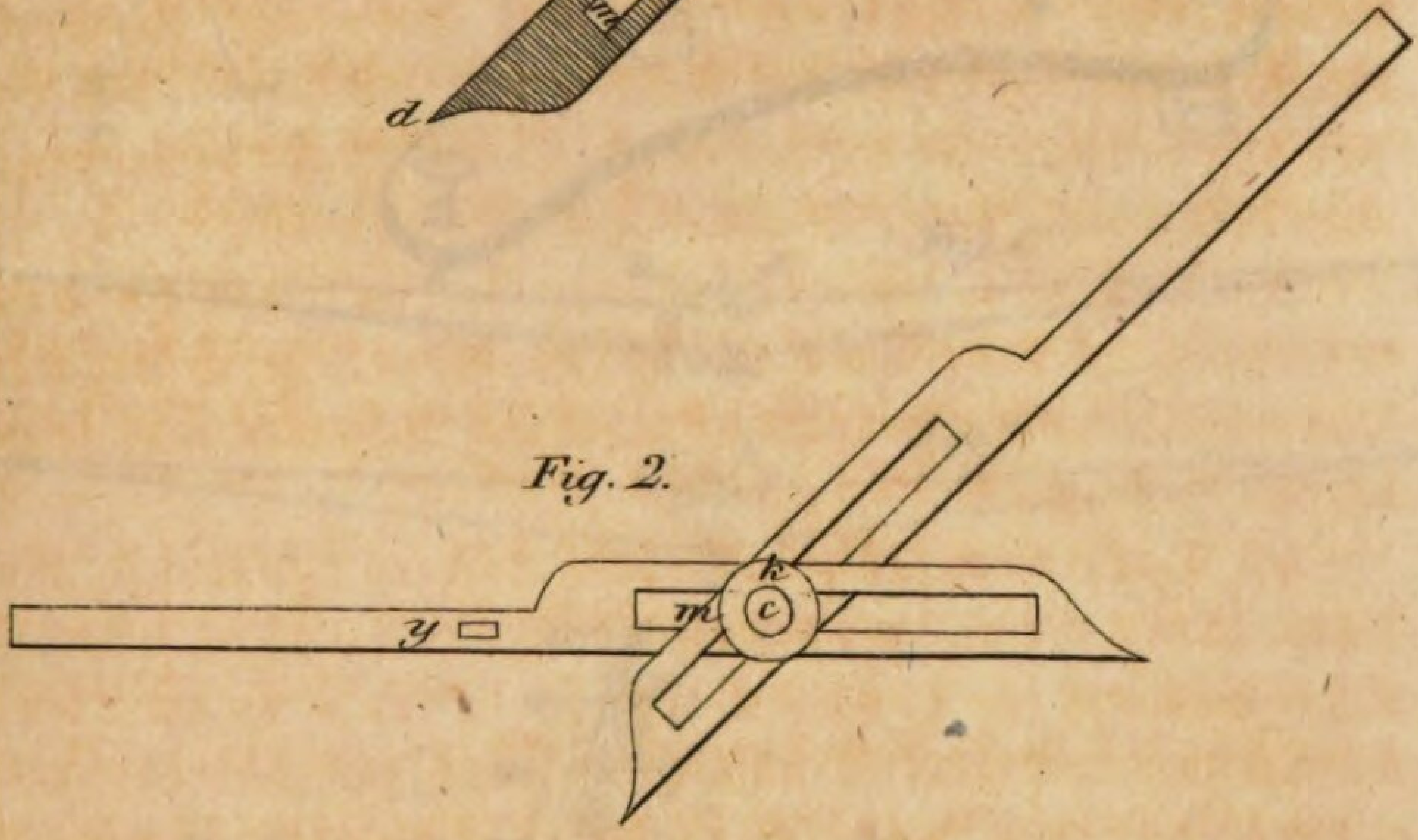


Fig. 2.

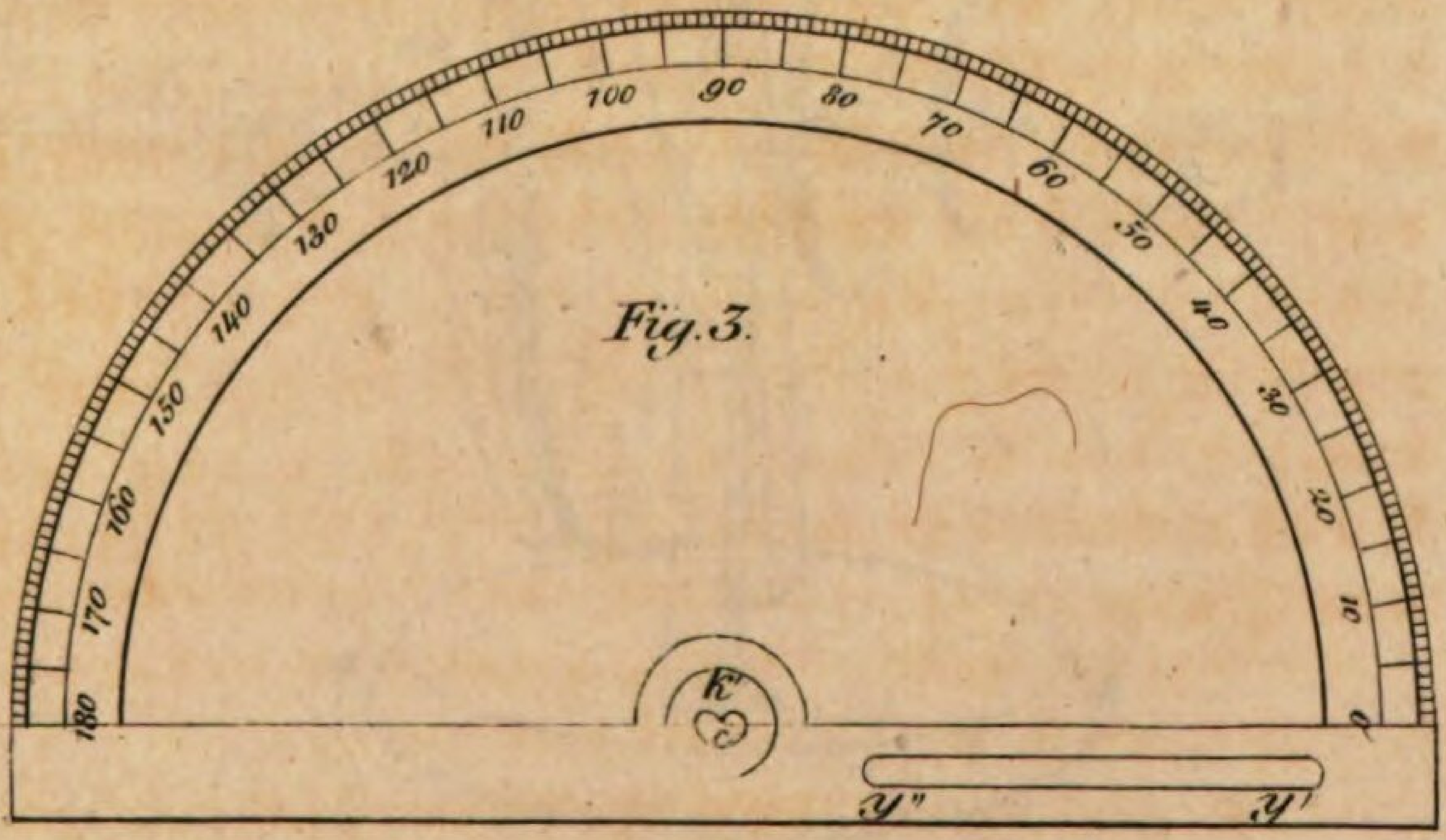
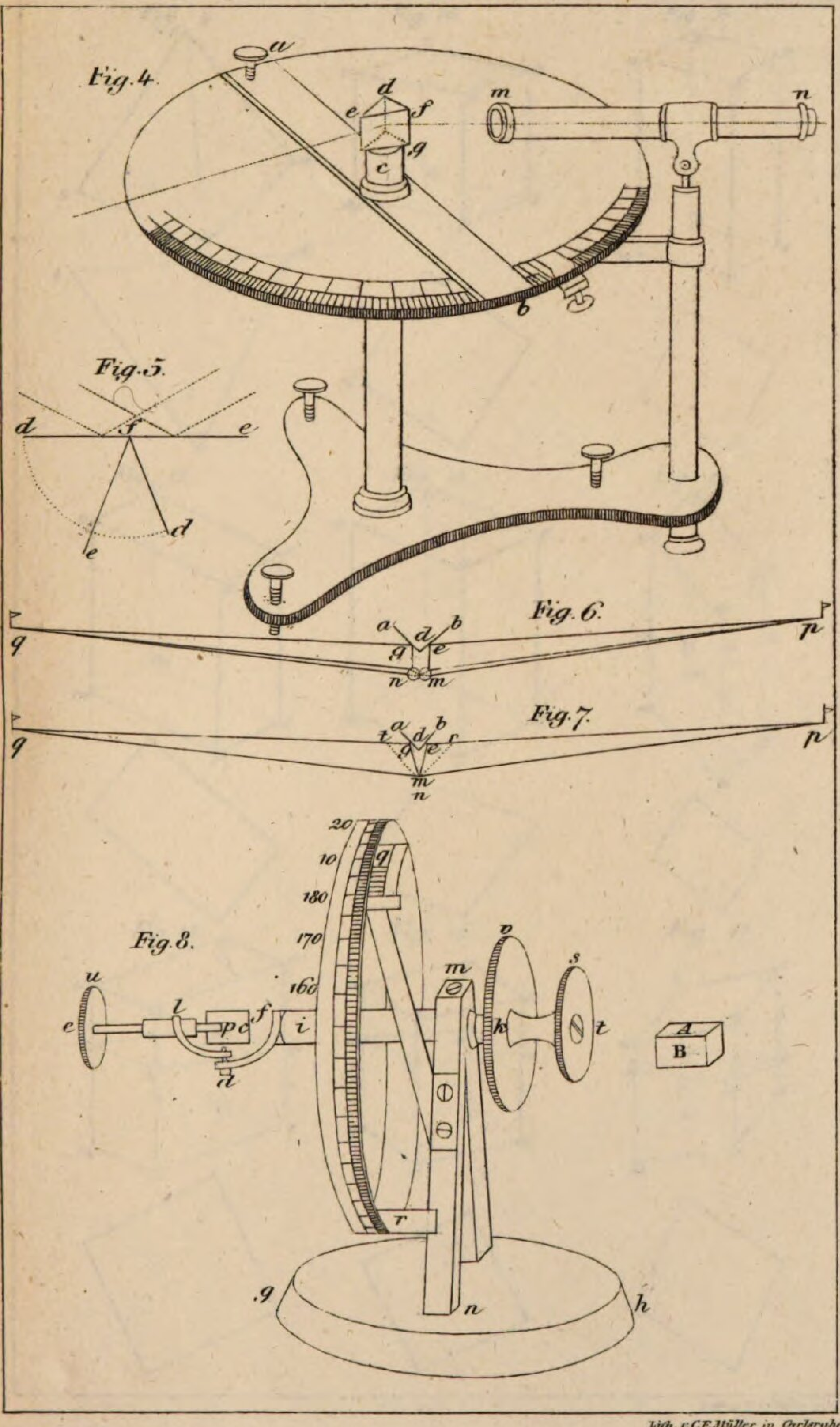


Fig. 3.

Lithographie von C. F. Müller in Carlsruhe. Dec. 1849.



Lith. v. C.F. Müller in Carlsruhe.

Fig. 9.

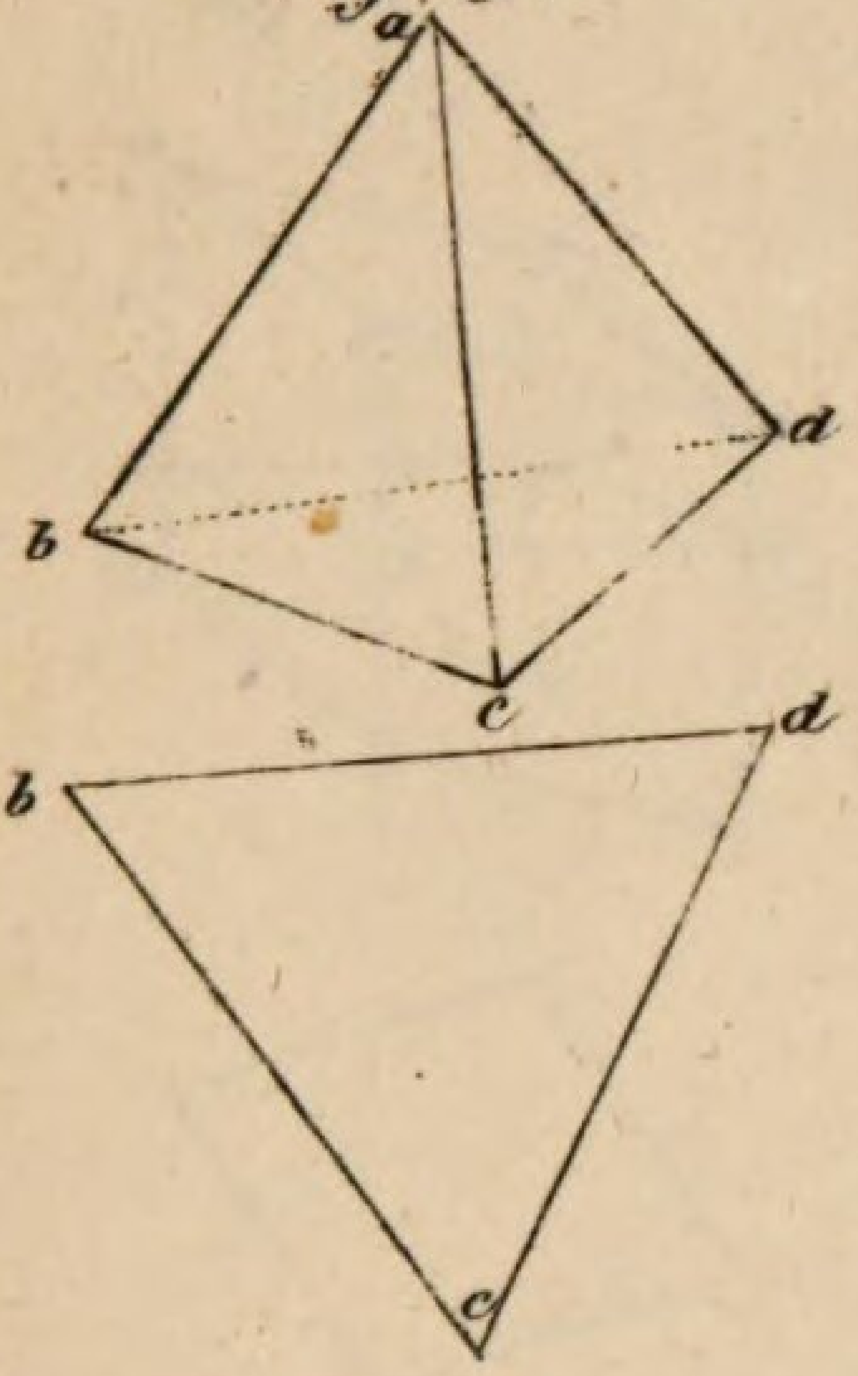


Fig 10.

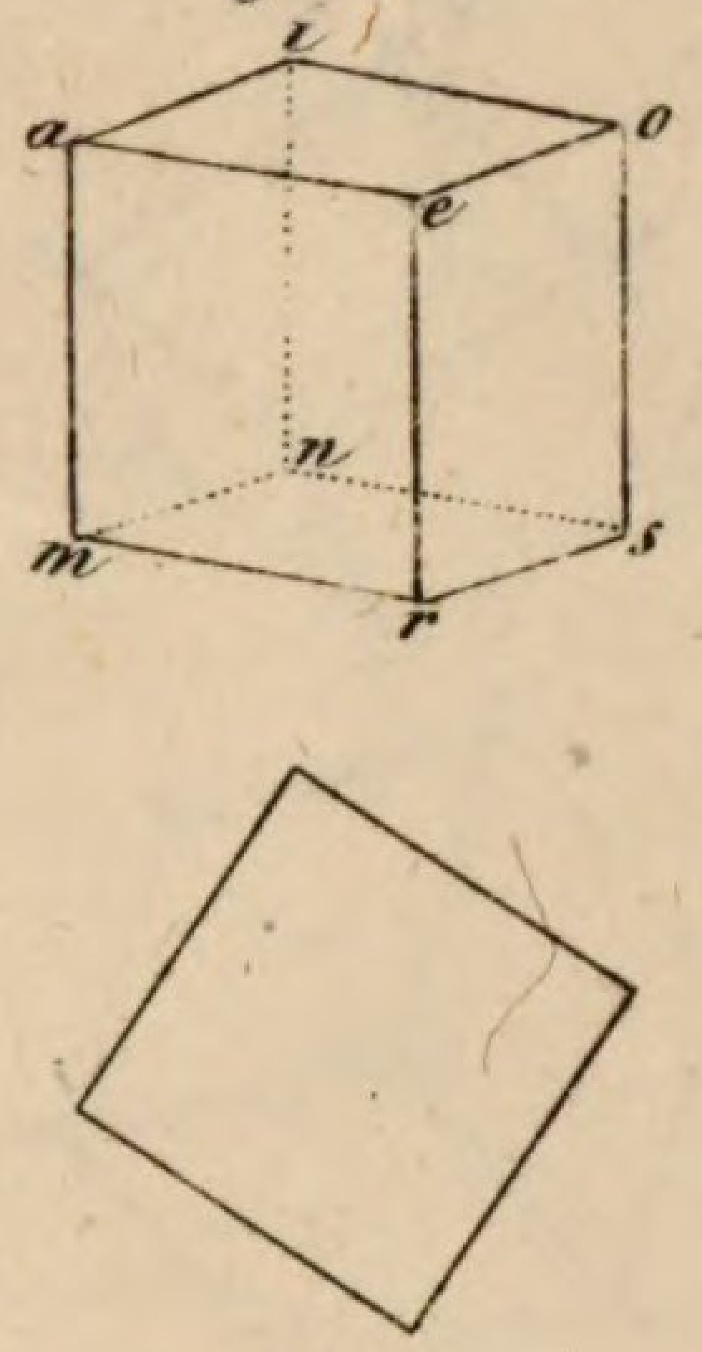


Fig. 11.

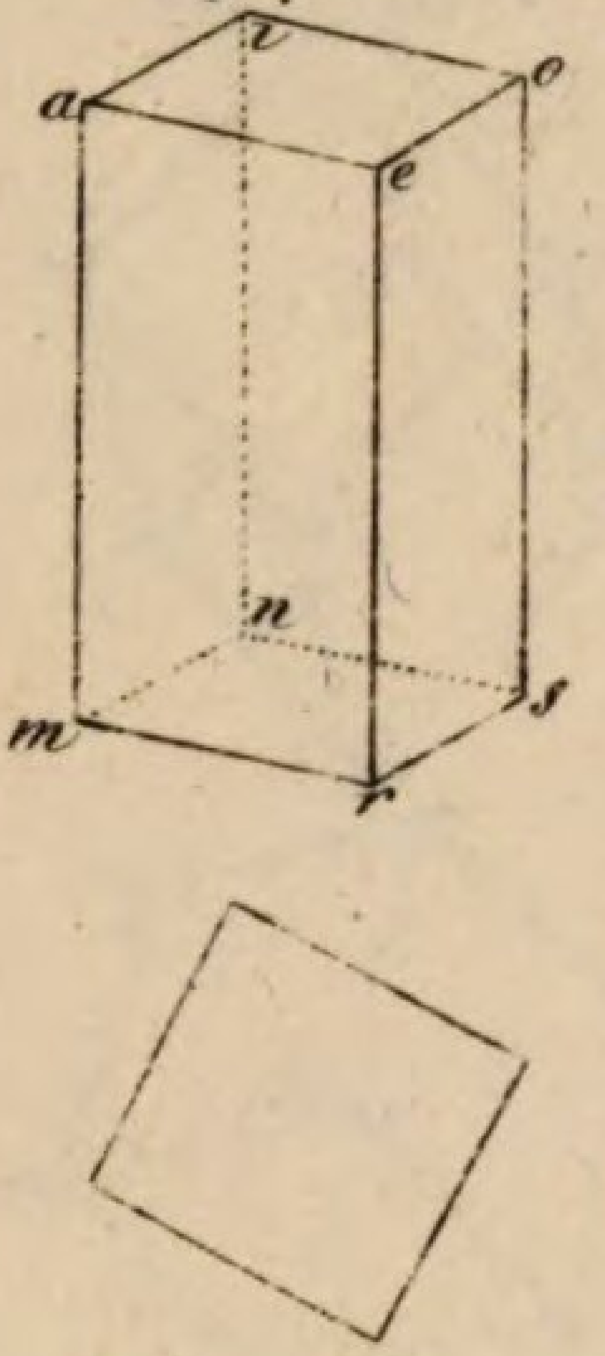


Fig. 12.

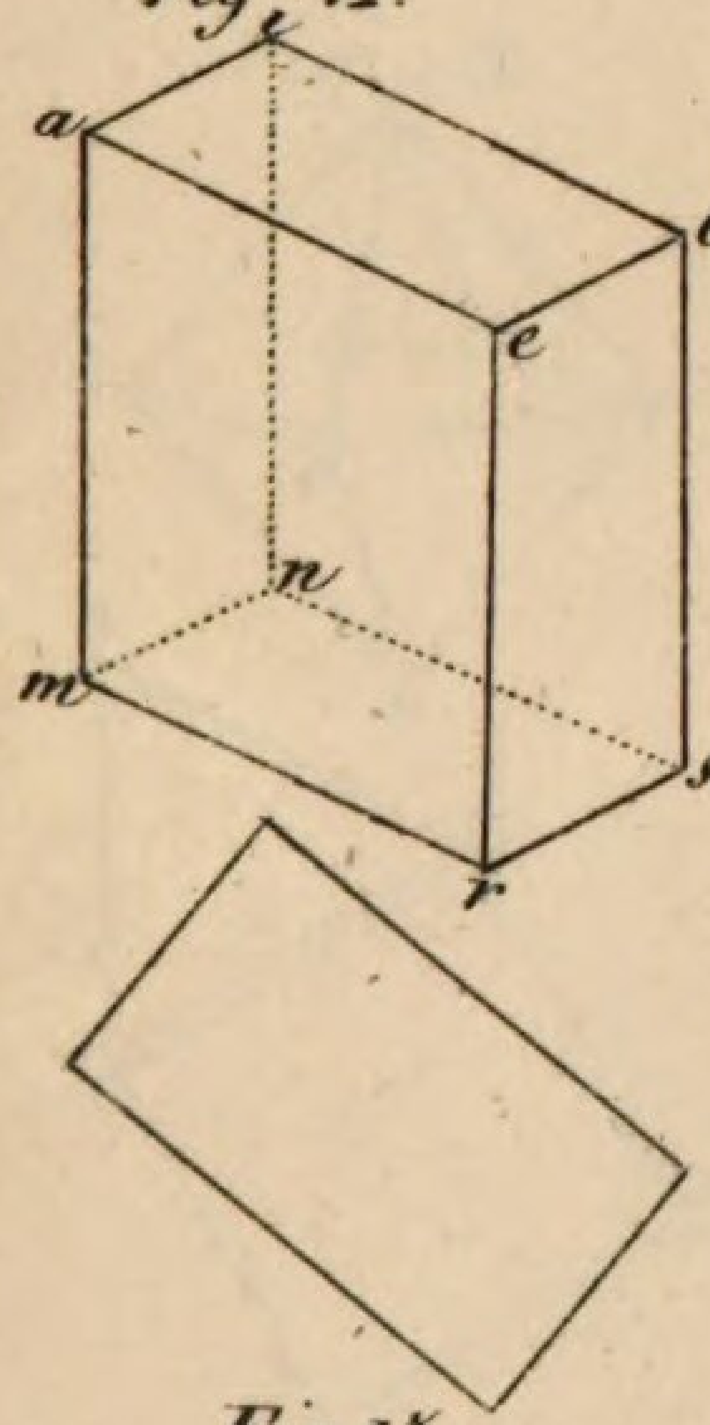


Fig. 13.

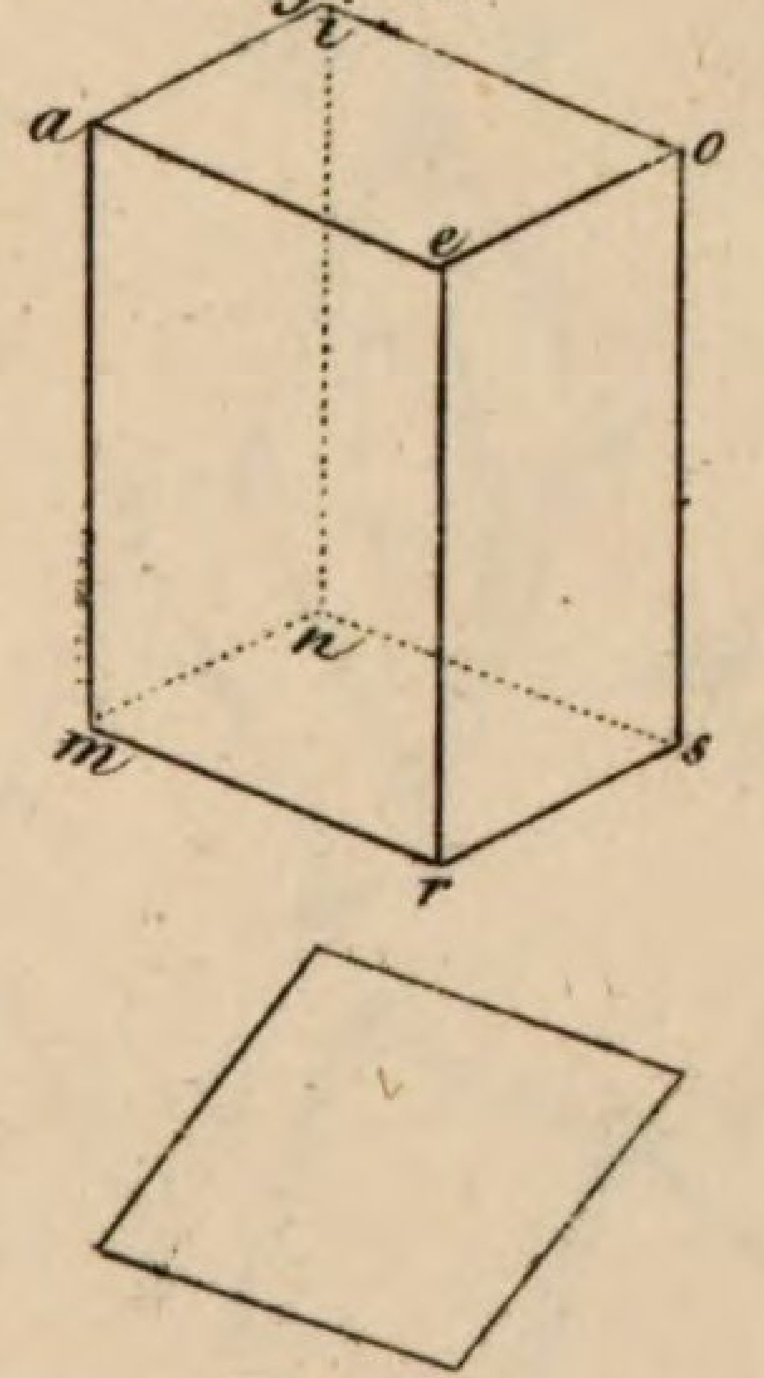


Fig. 14.

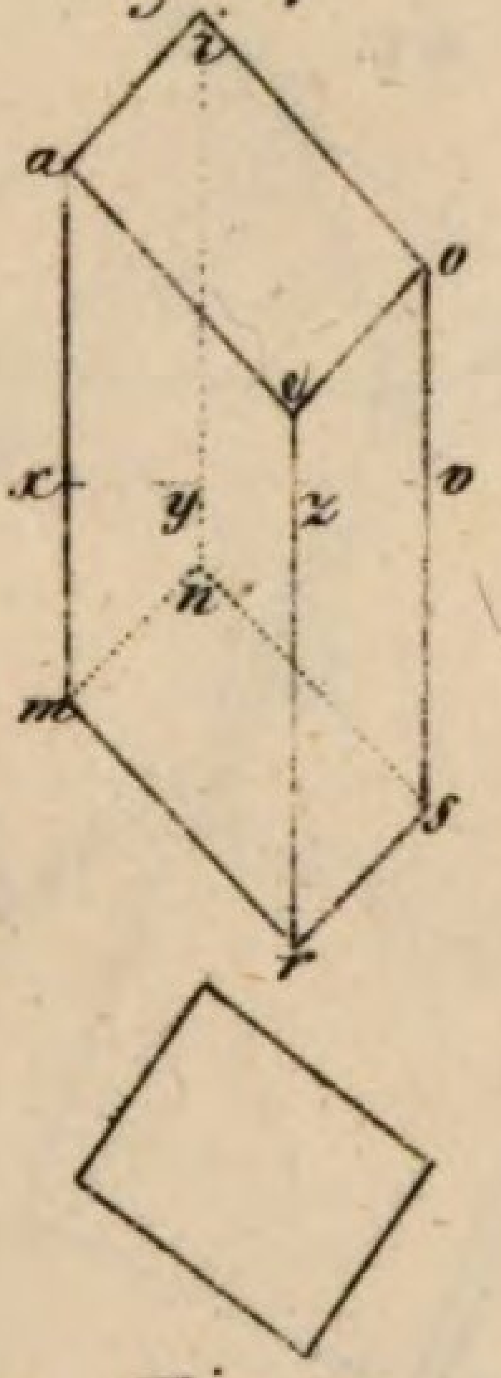


Fig 15.

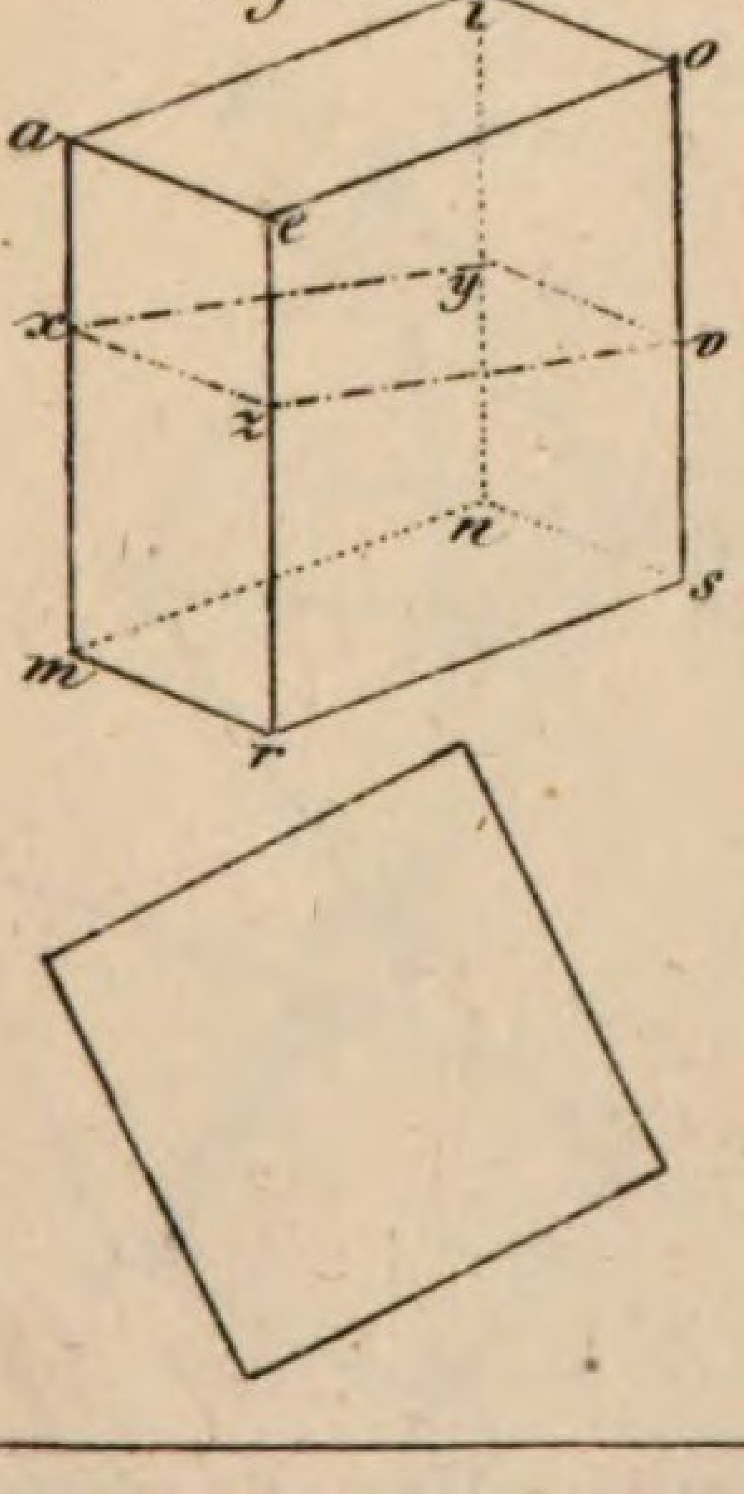


Fig. 16.

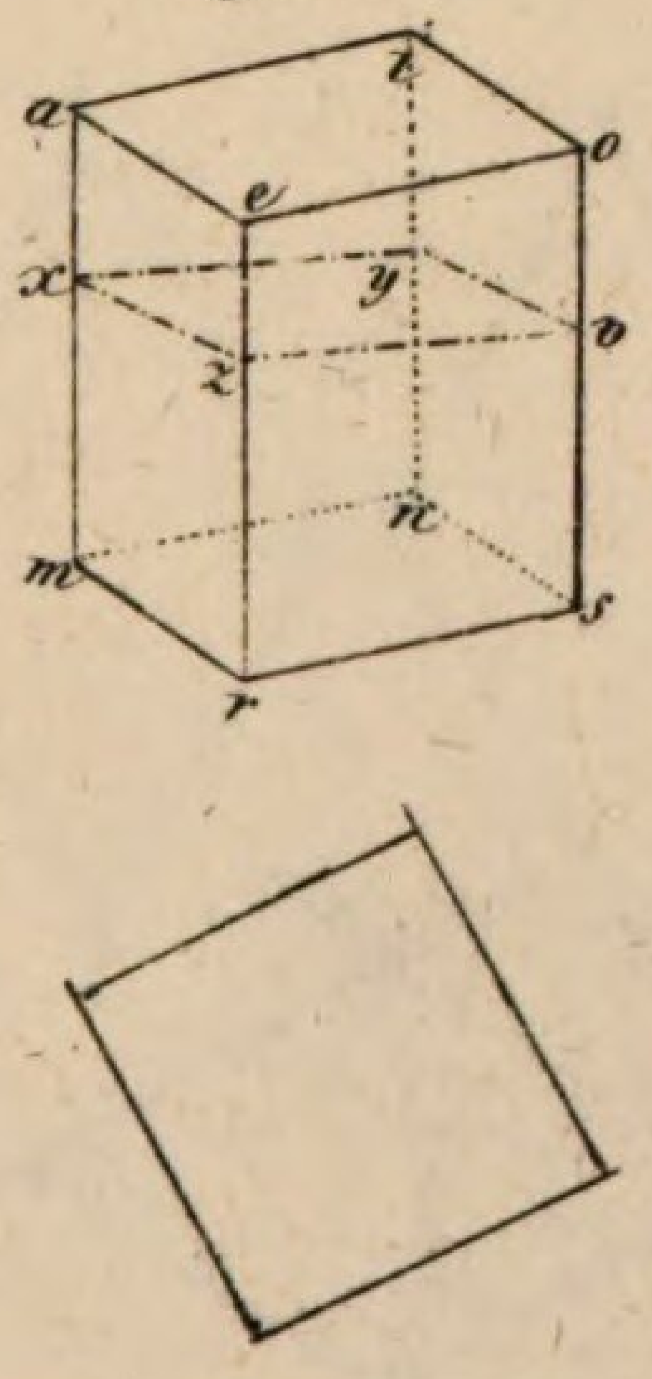
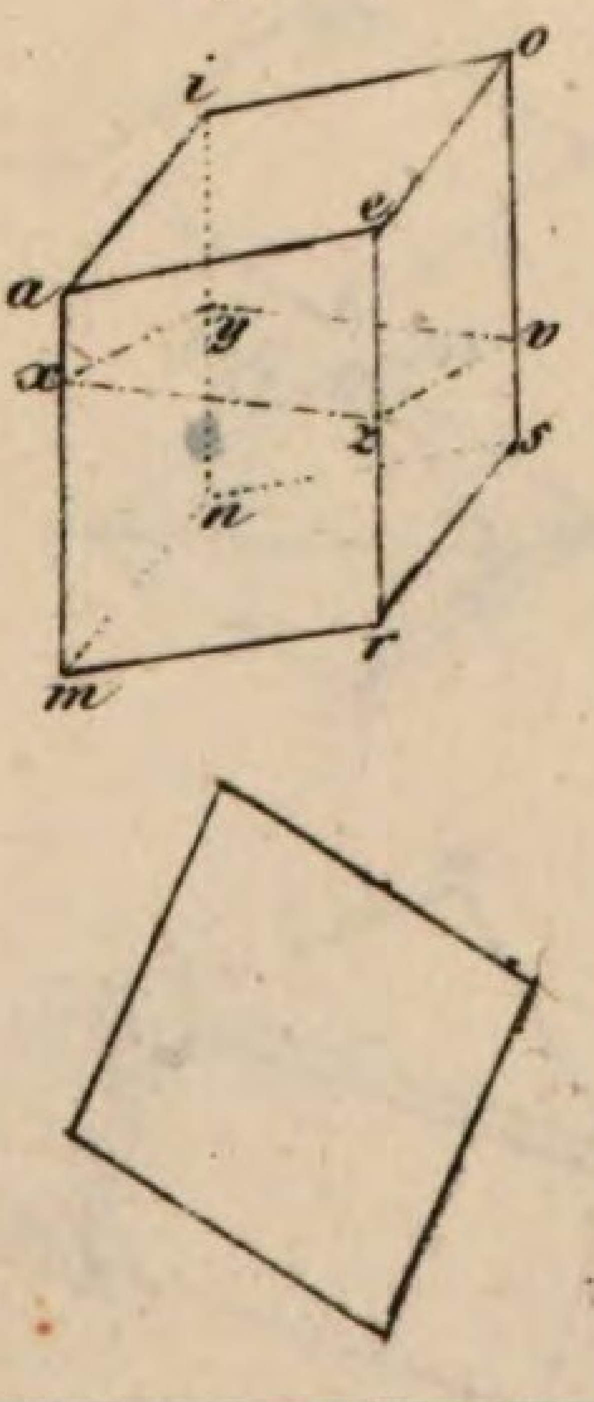
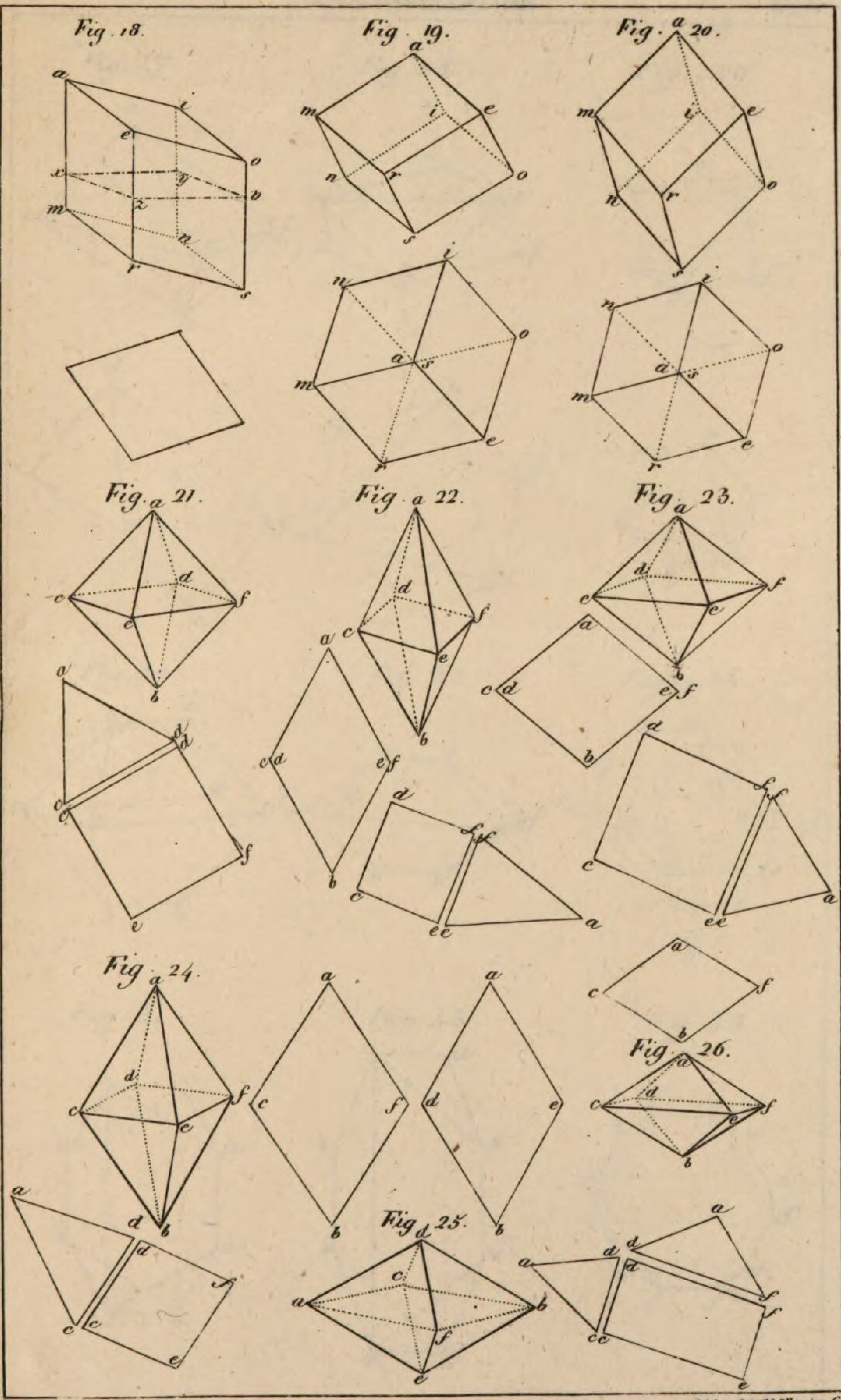


Fig. 17.



Lith. v. C.F. Müller in C.



Lith. v. C.F. Müller in C.

Fig. 27.

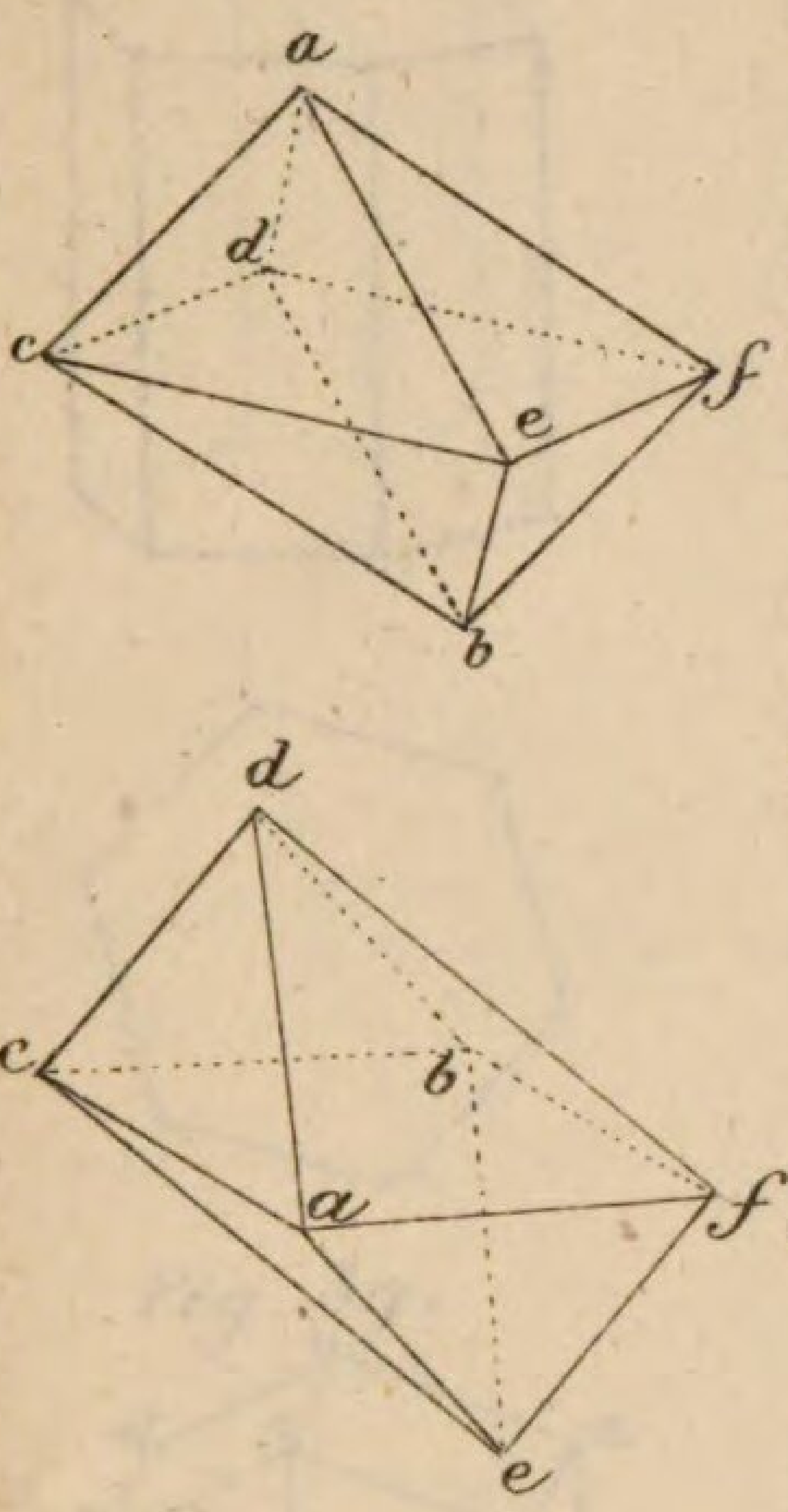


Fig. 28.

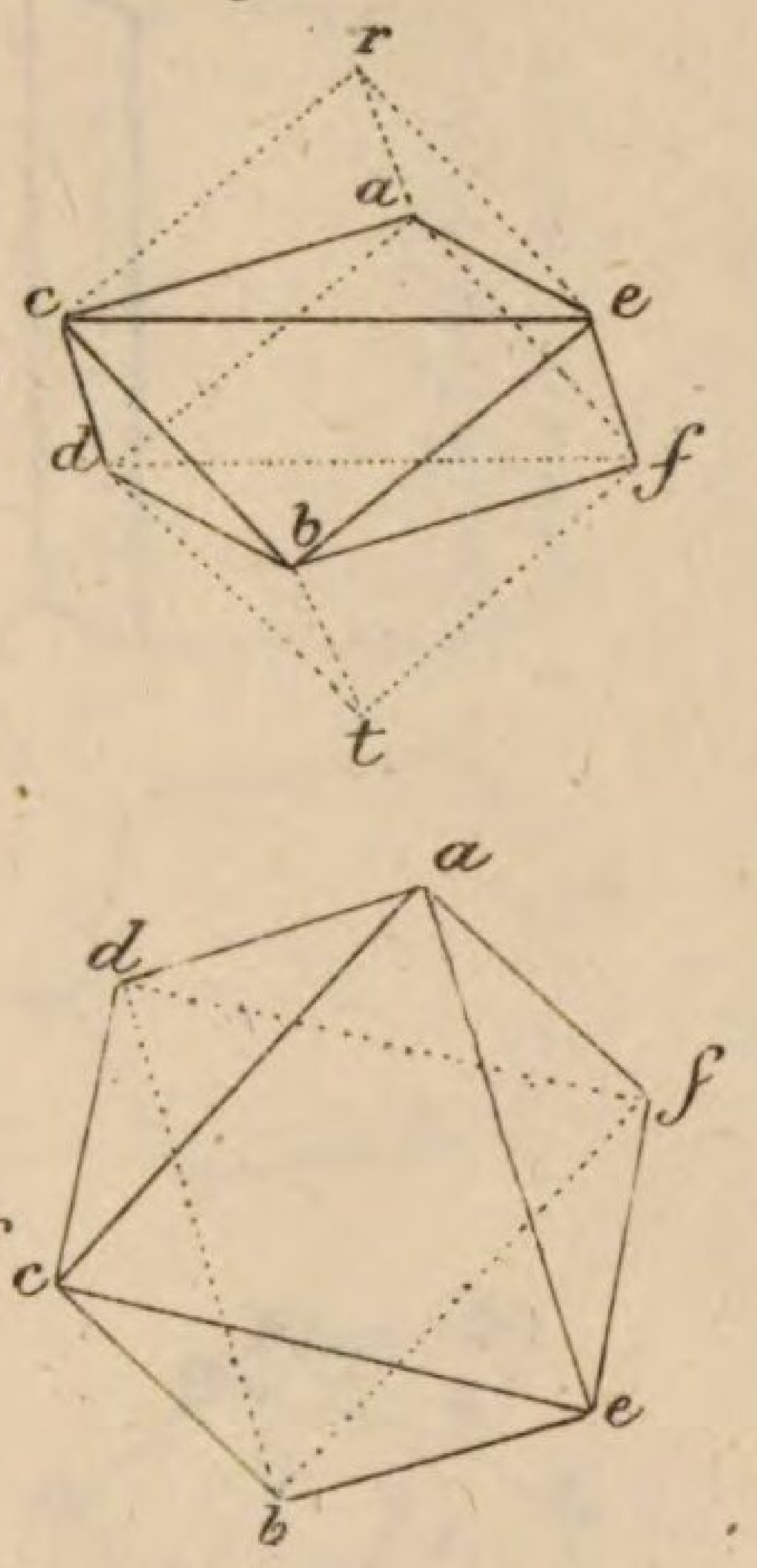


Fig. 29.

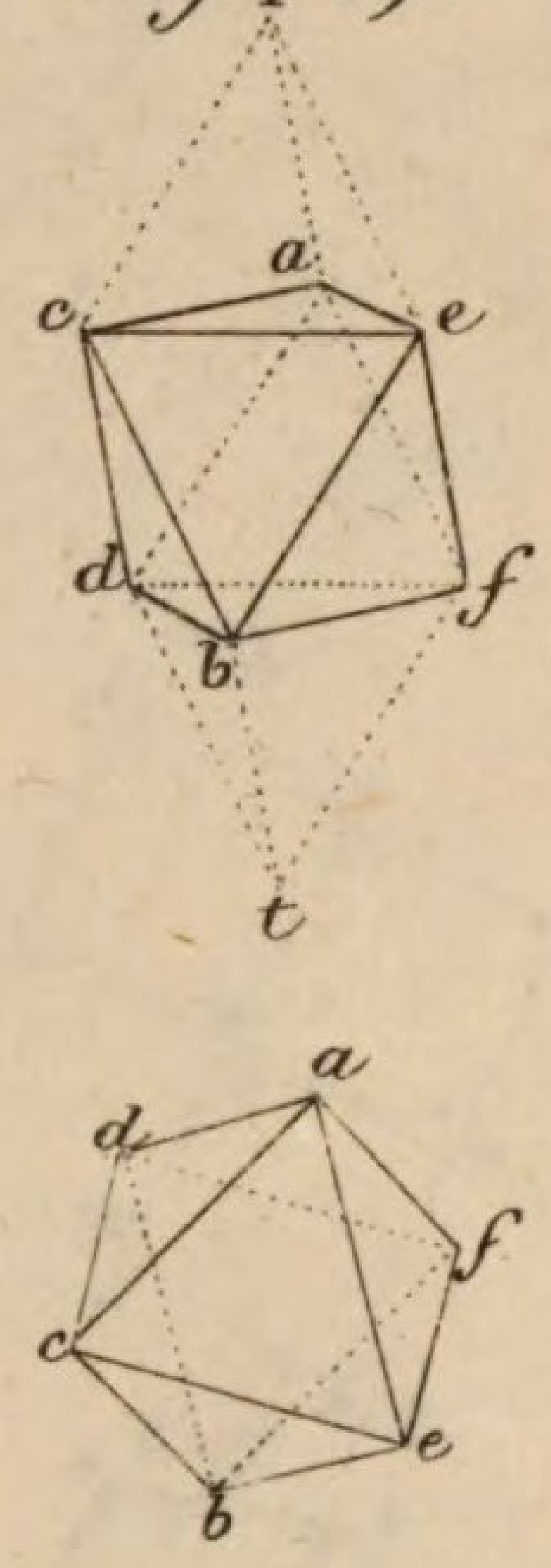


Fig. 30.

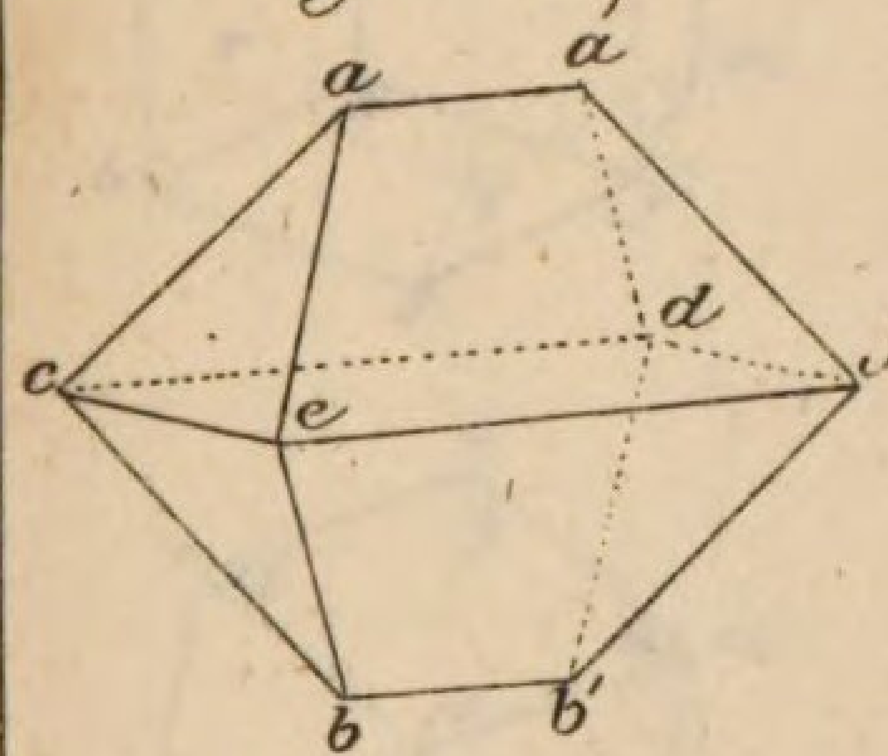


Fig. 32.

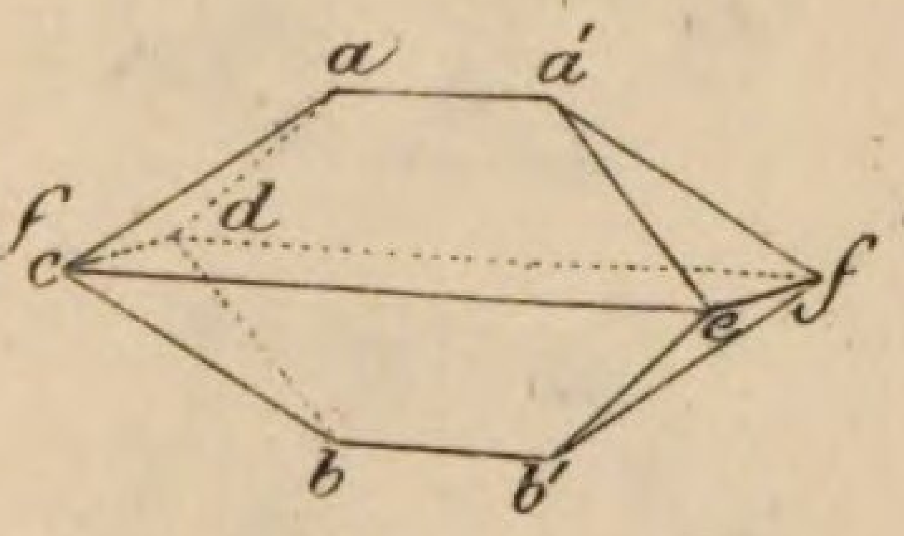


Fig. 34.

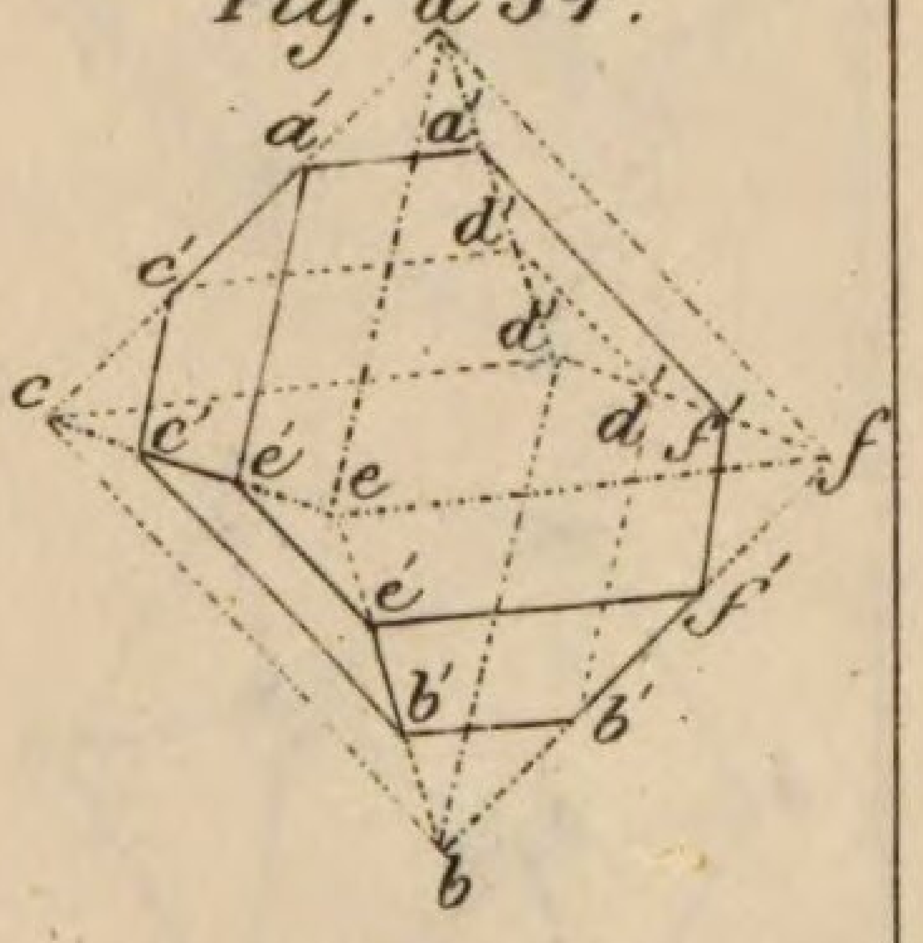


Fig. 31.

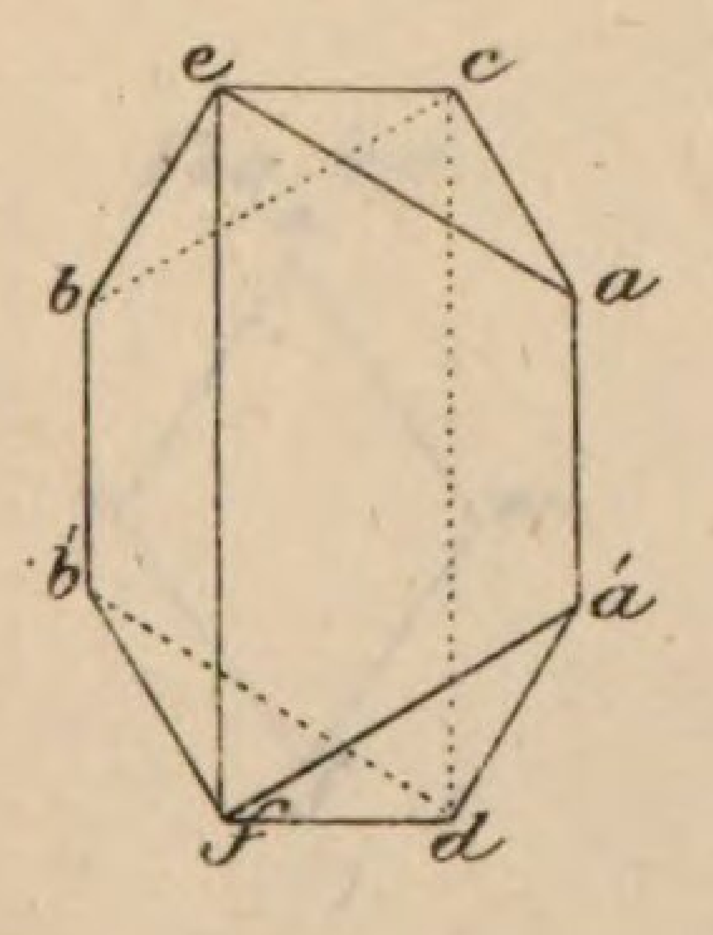


Fig. 33.

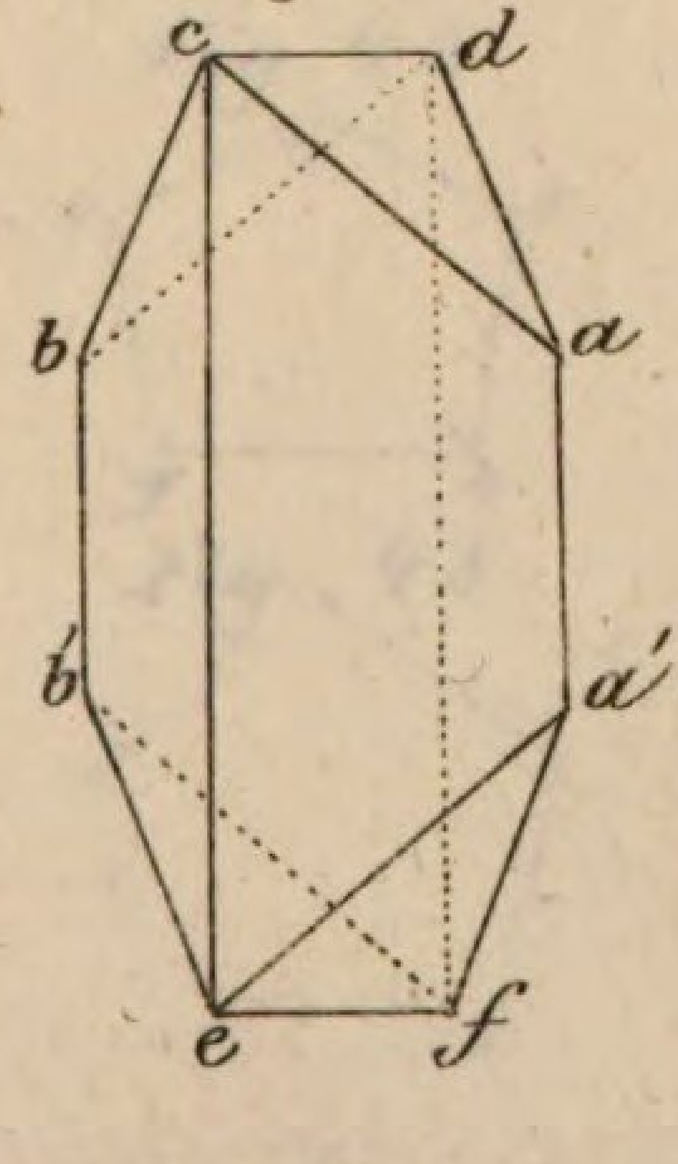
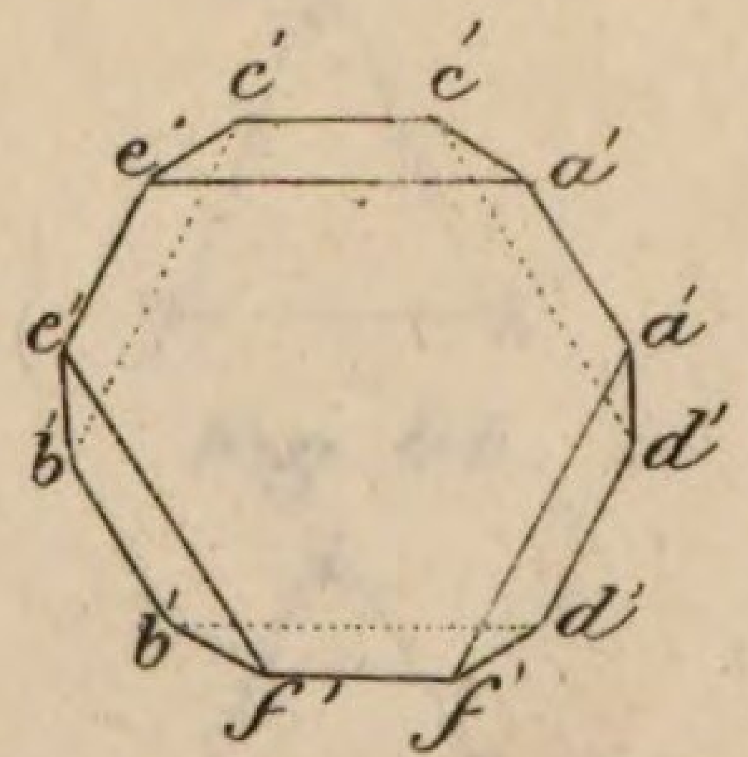


Fig. 35.



Lith. v. C. F. Müller in C.

Fig. 36.

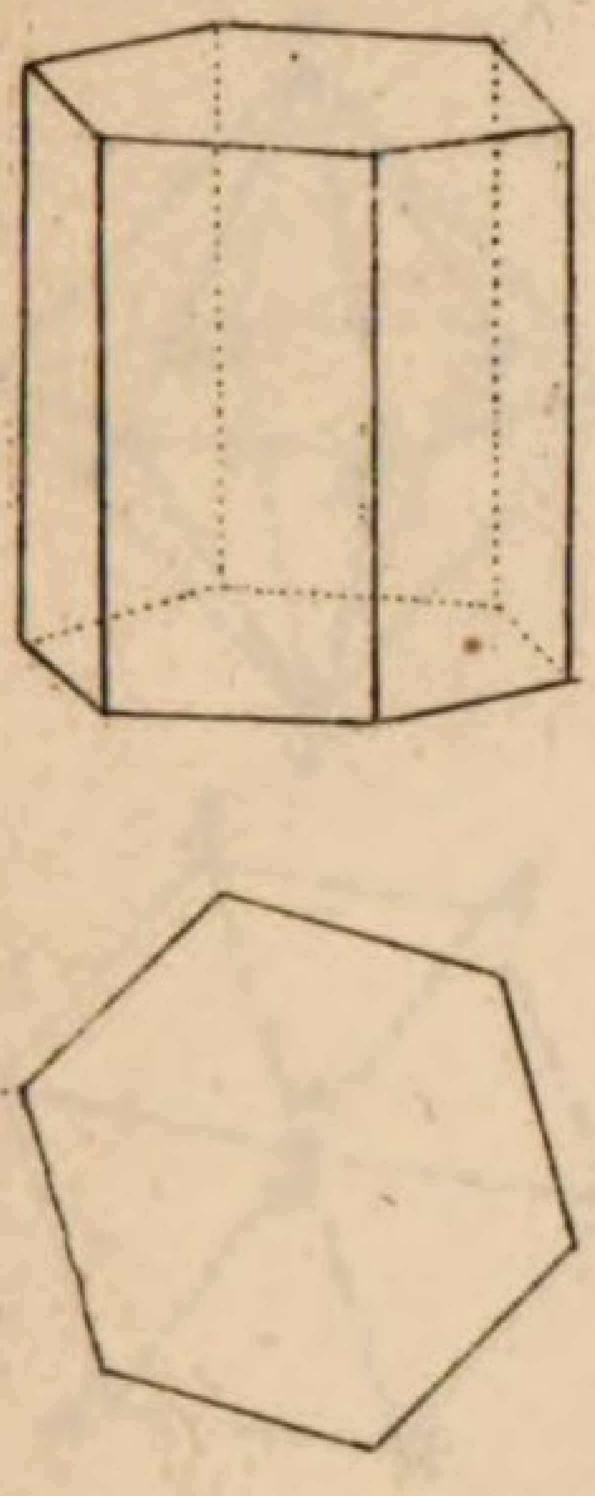


Fig. 37.

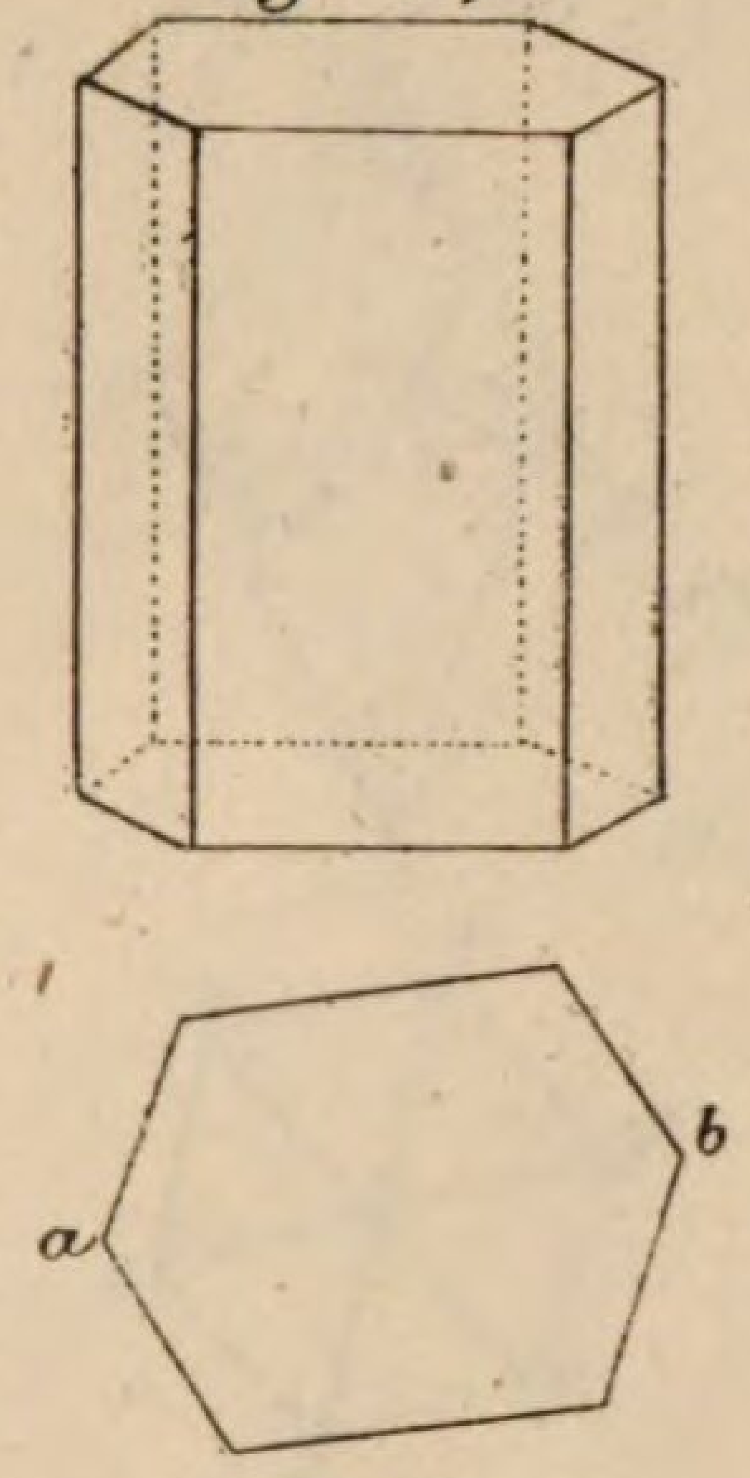


Fig. 38.

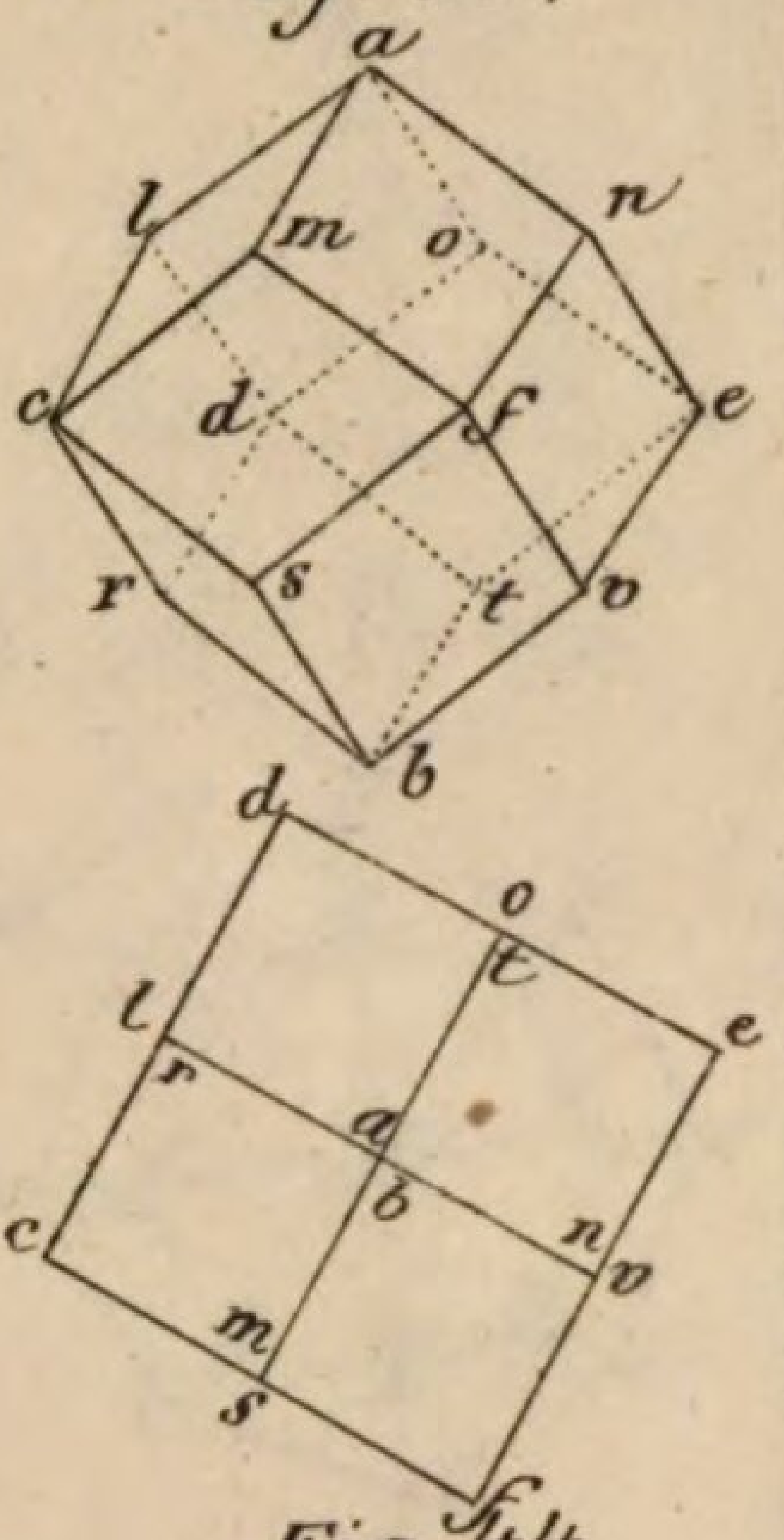


Fig. 39.

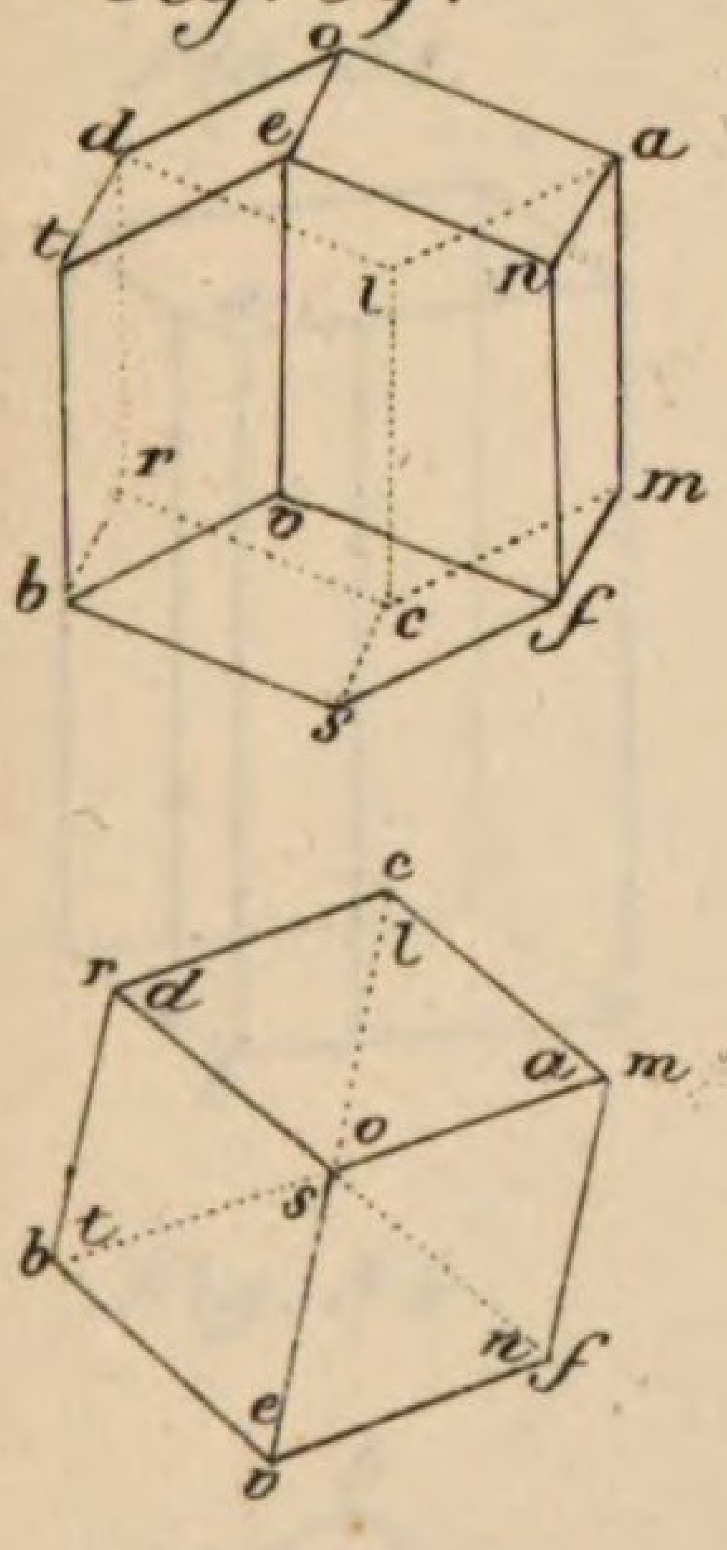


Fig. 41.

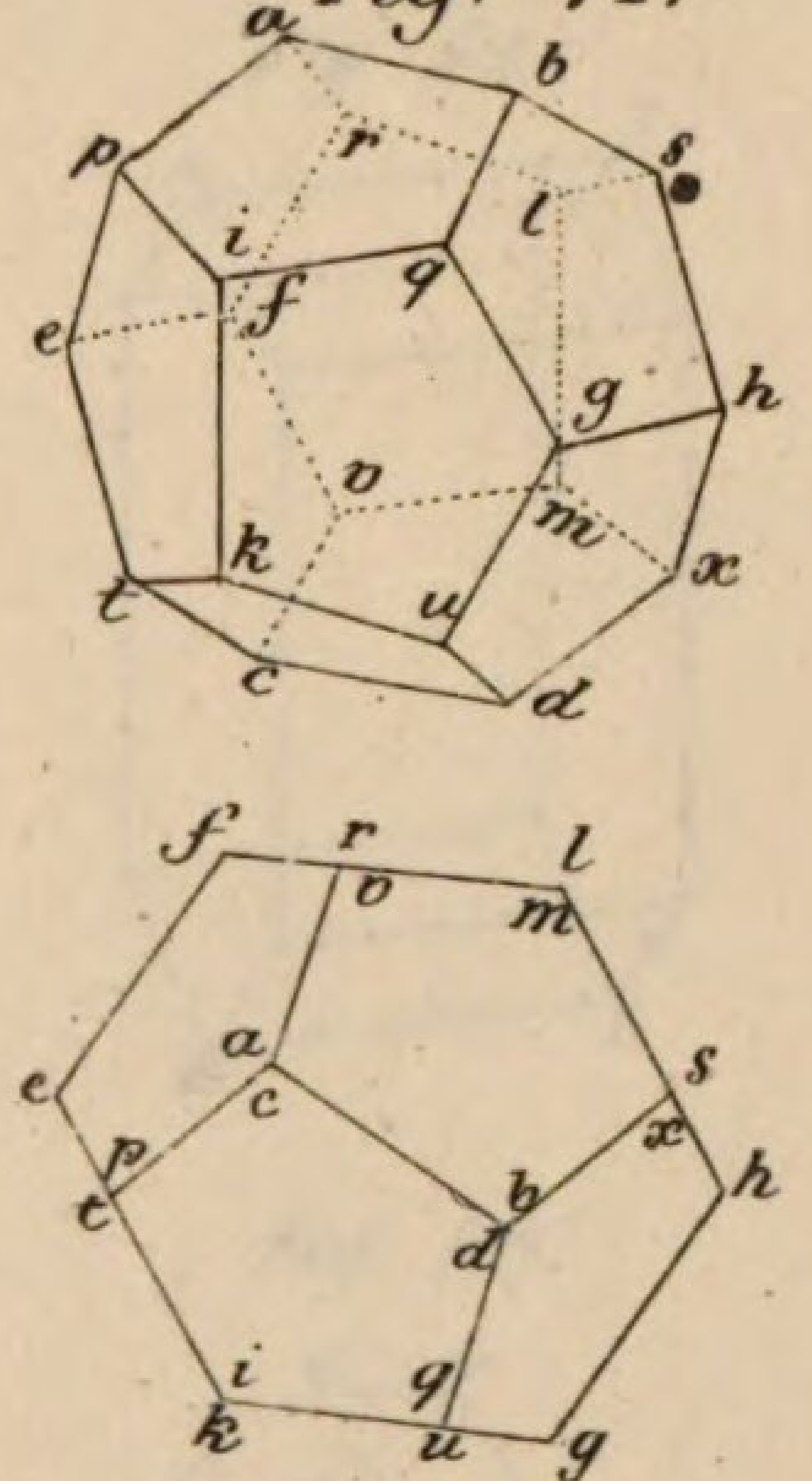


Fig. 44.

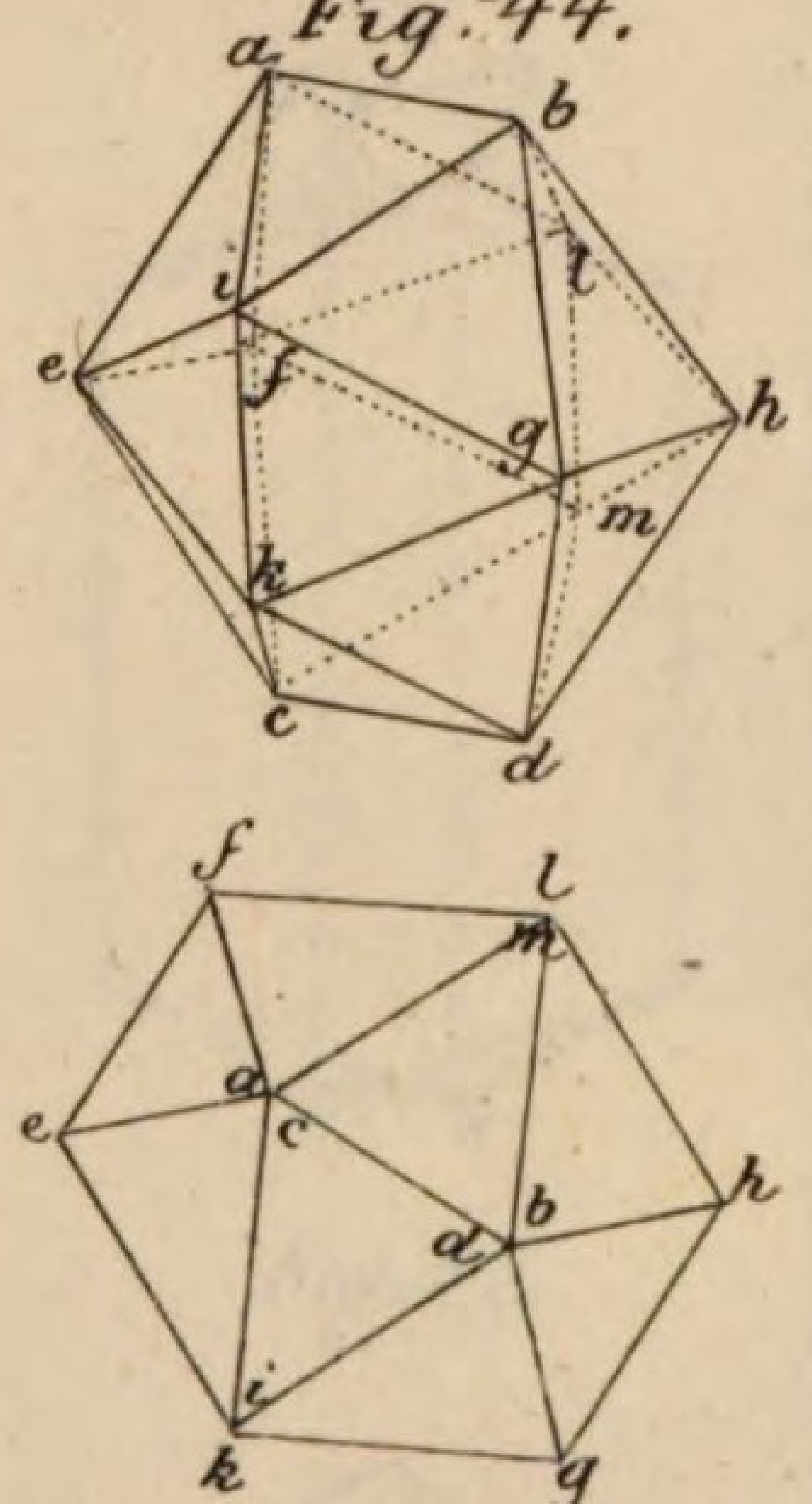


Fig. 40.

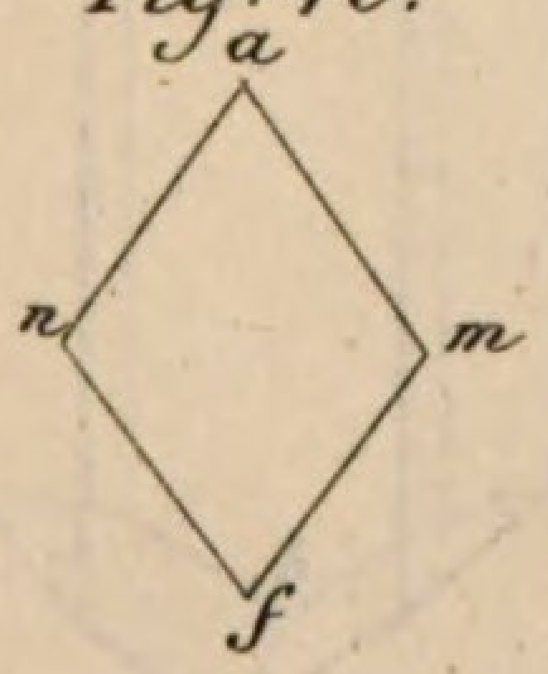


Fig. 42.

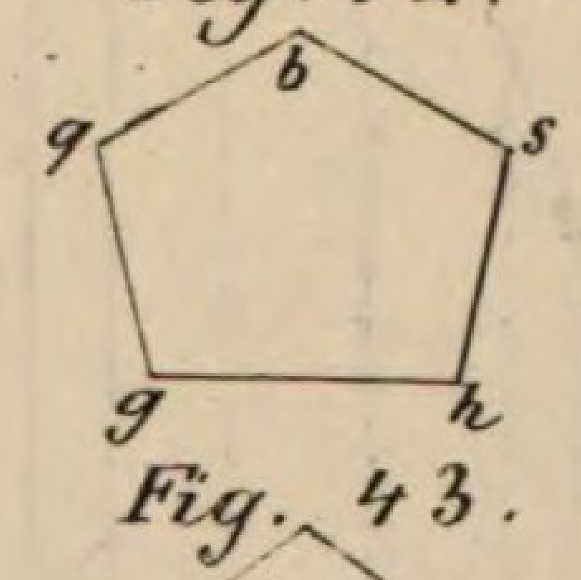


Fig. 43.

Fig. 45.

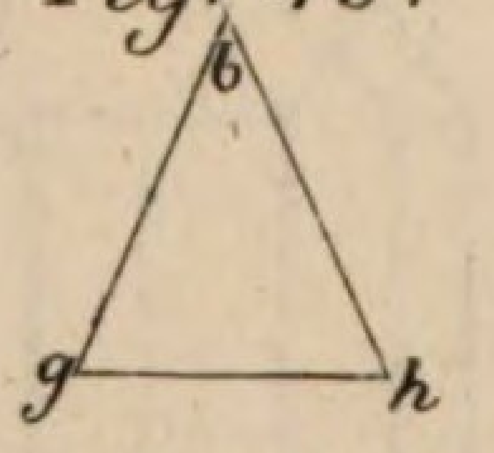


Fig. 46.

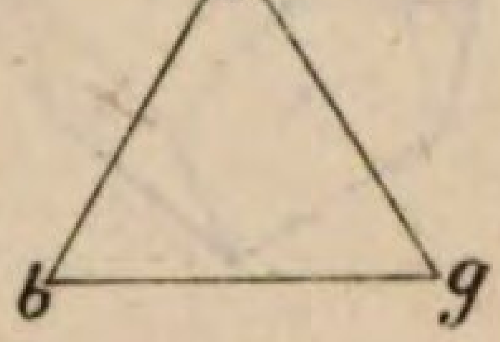


Fig. 47.

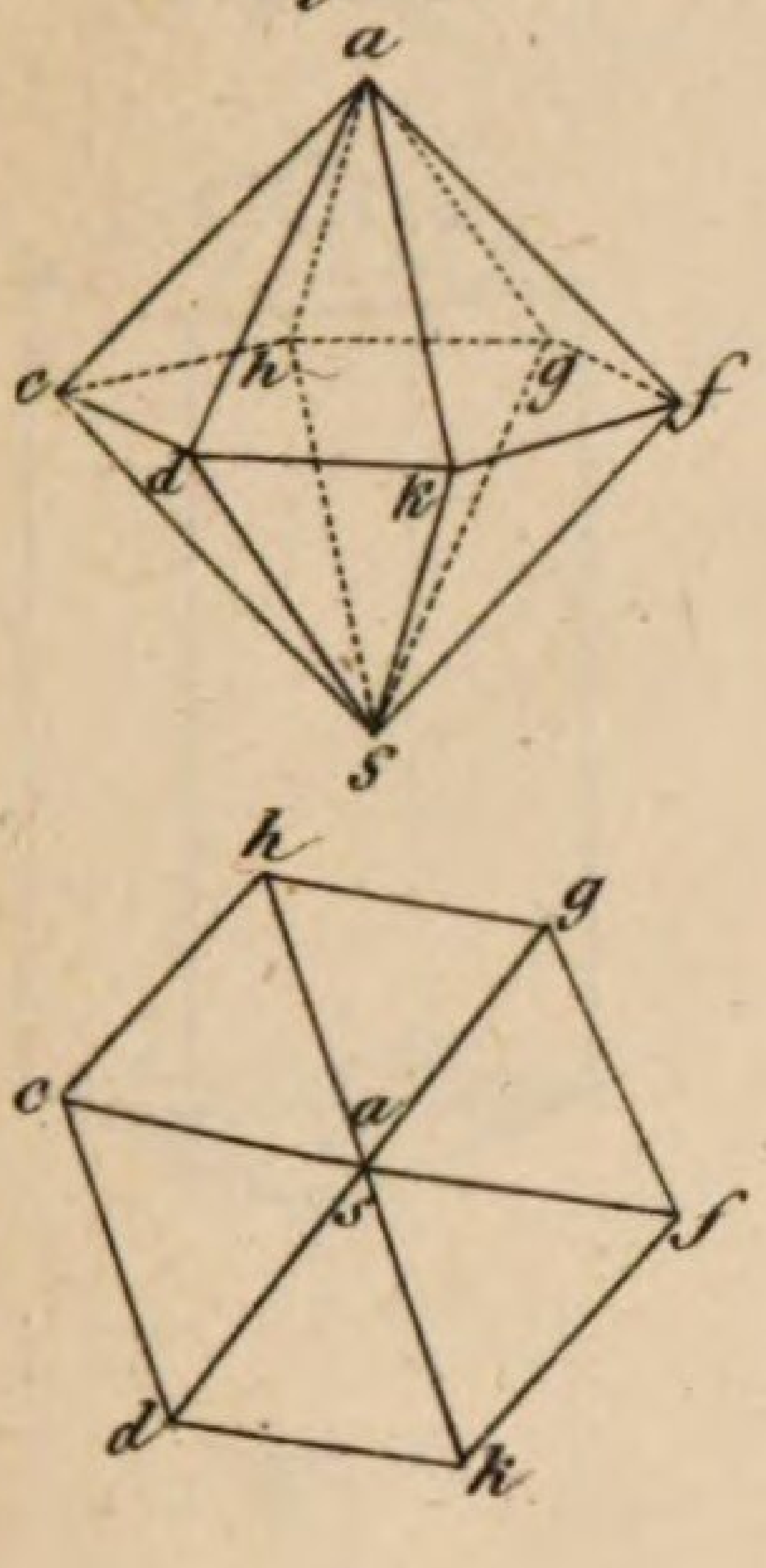


Fig. 48.

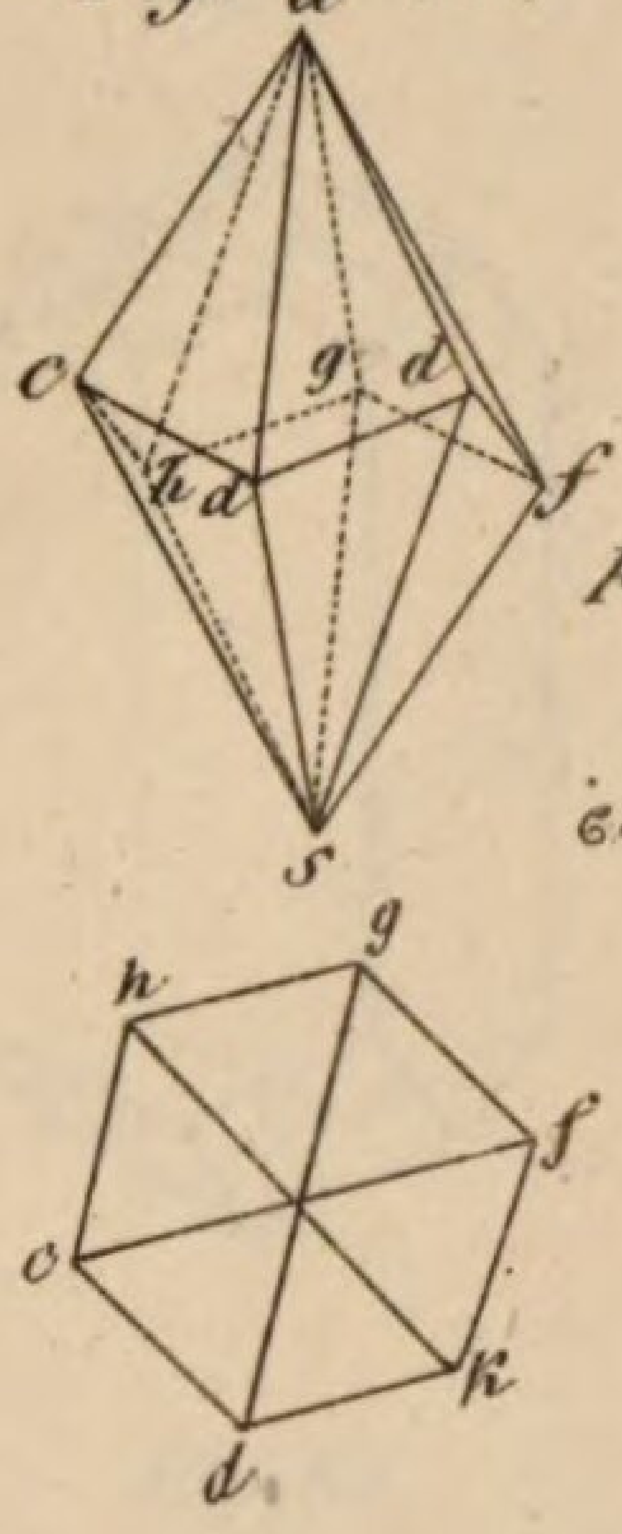


Fig. 49.

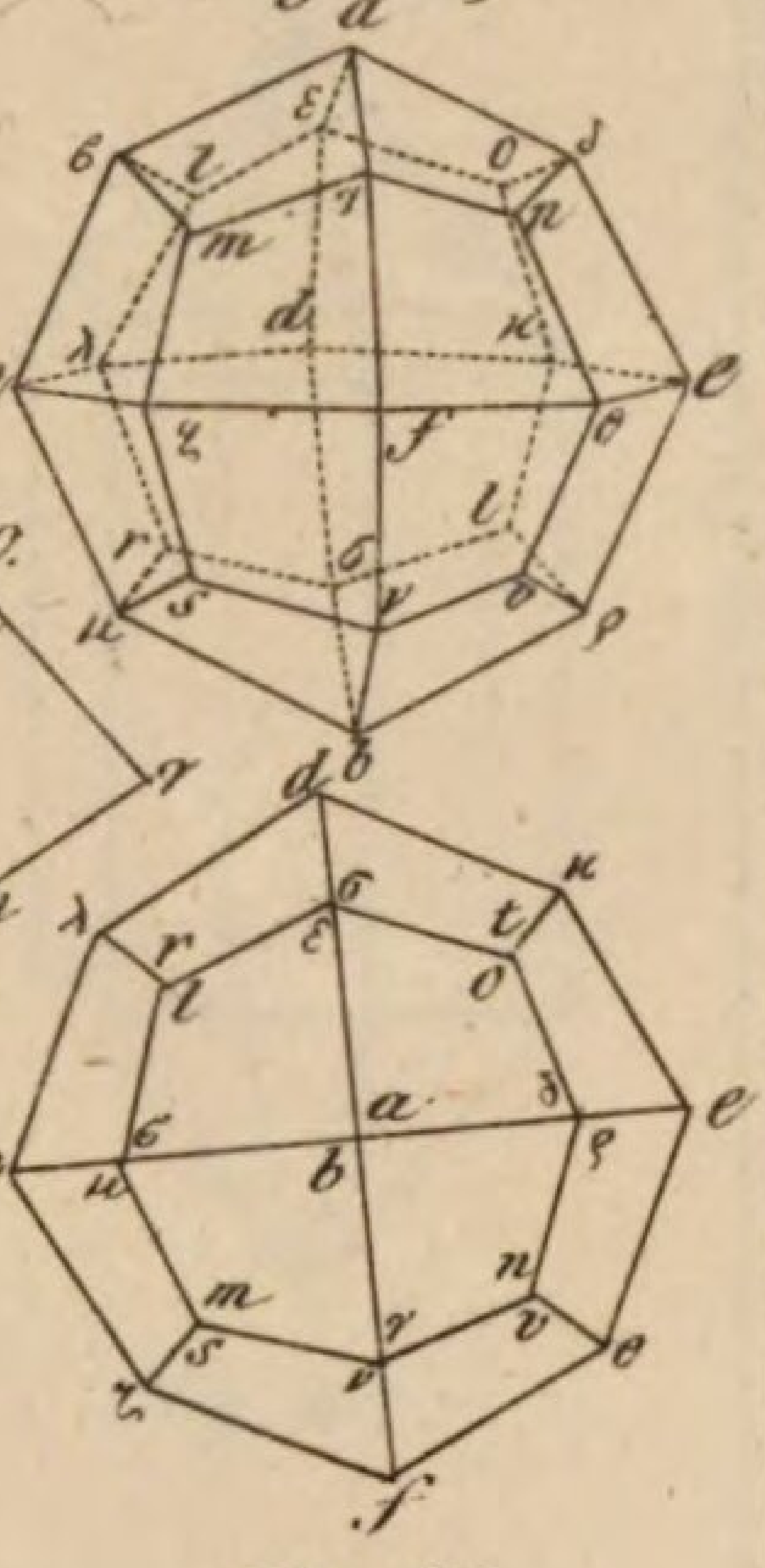


Fig. 50.

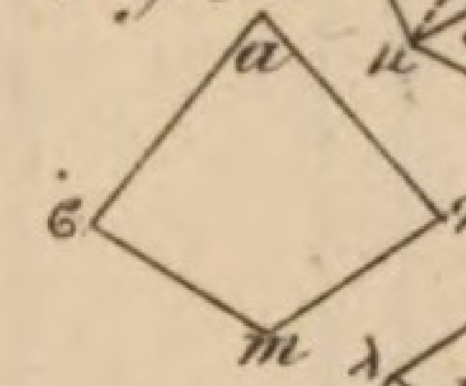


Fig. 51.

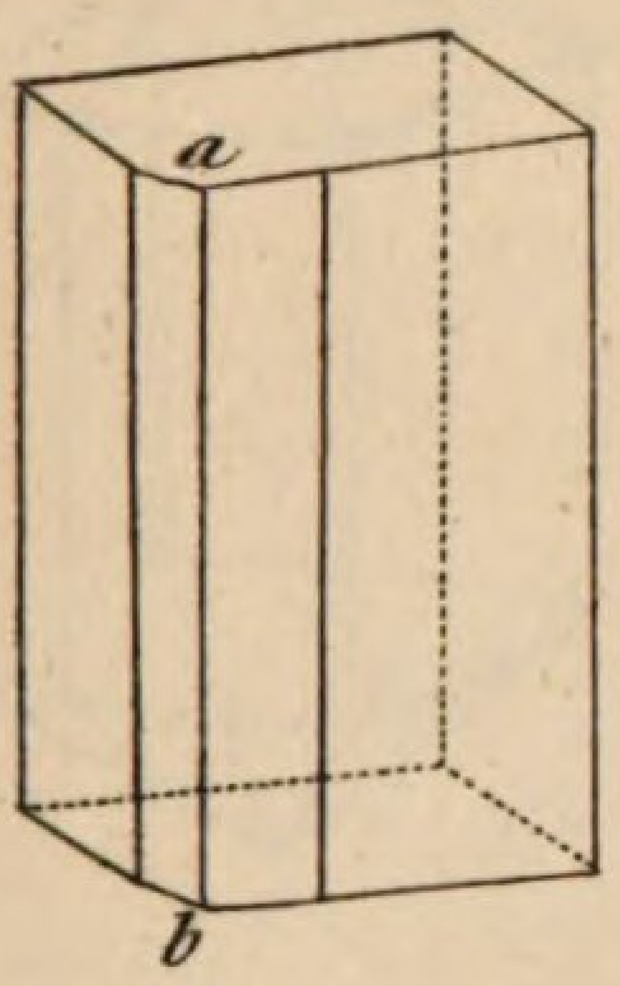


Fig. 52.

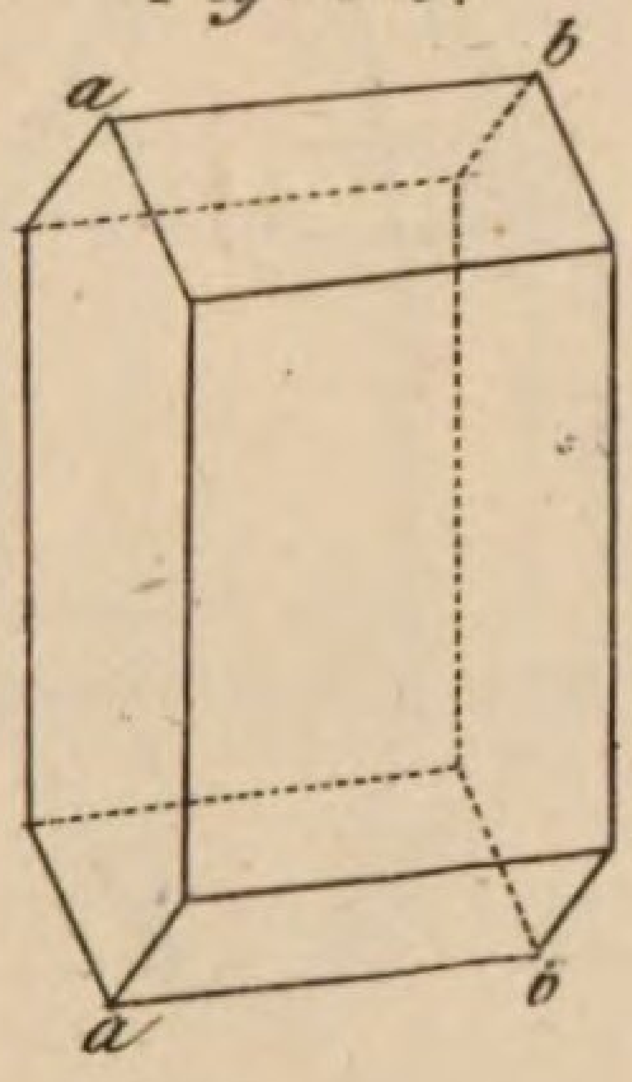


Fig. 53.

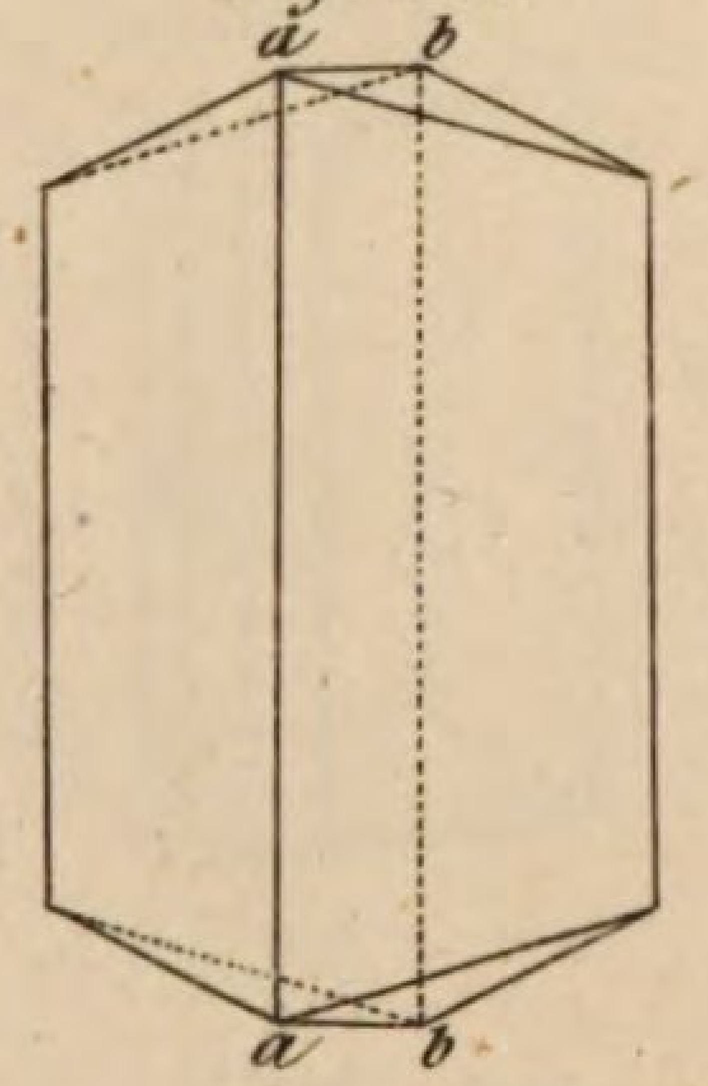


Fig. 54.

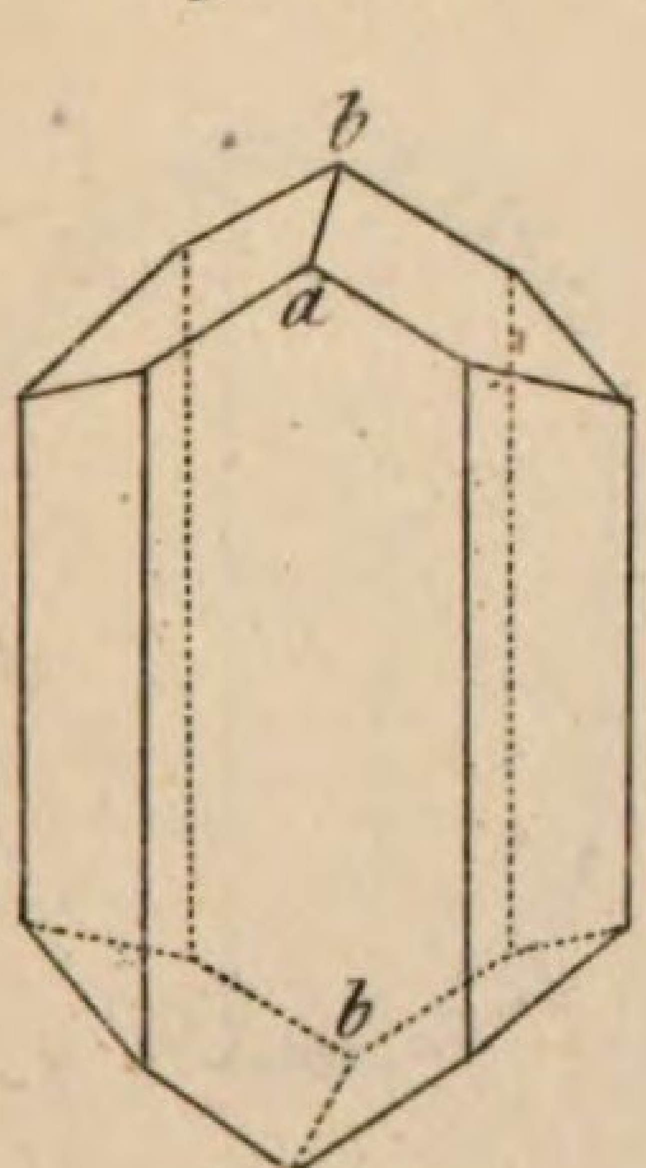


Fig. 55.

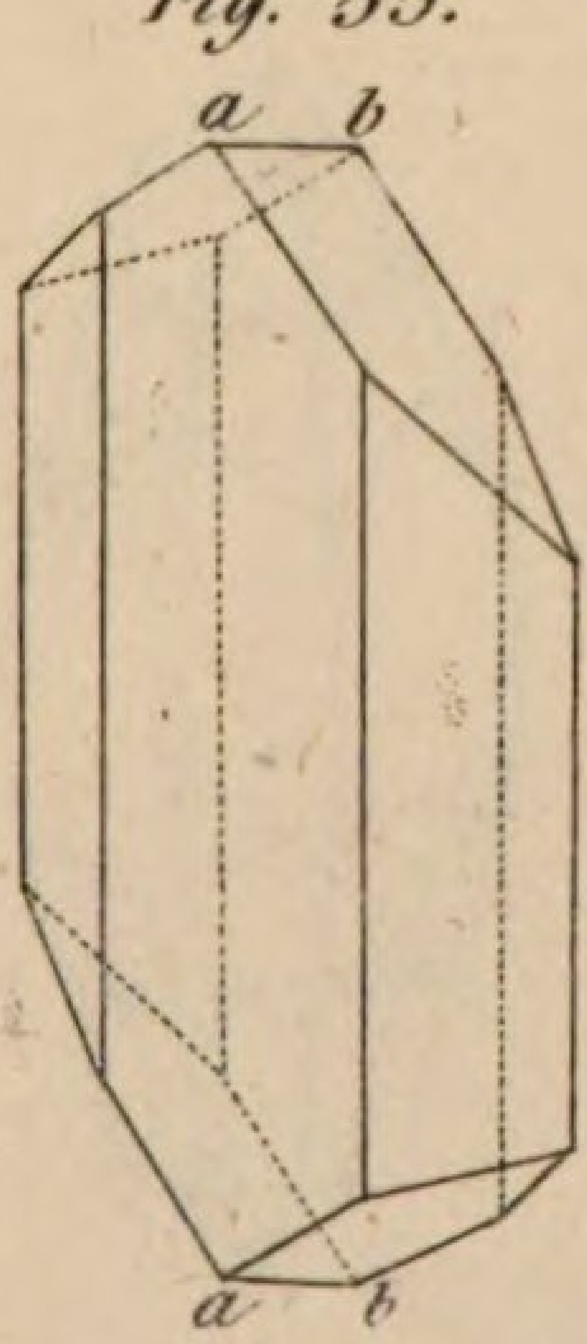


Fig. 56.

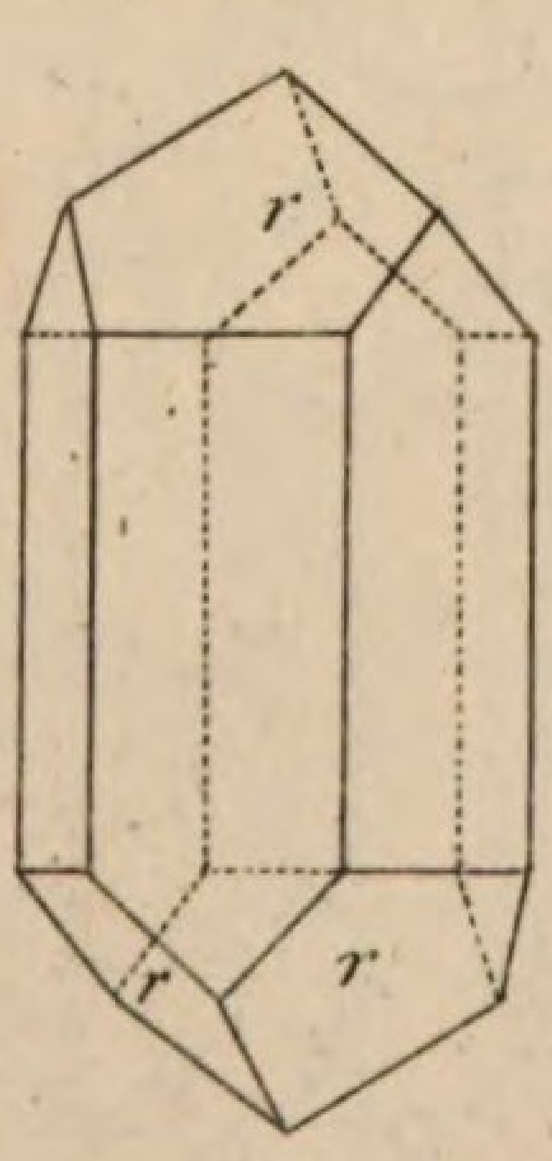


Fig. 57.

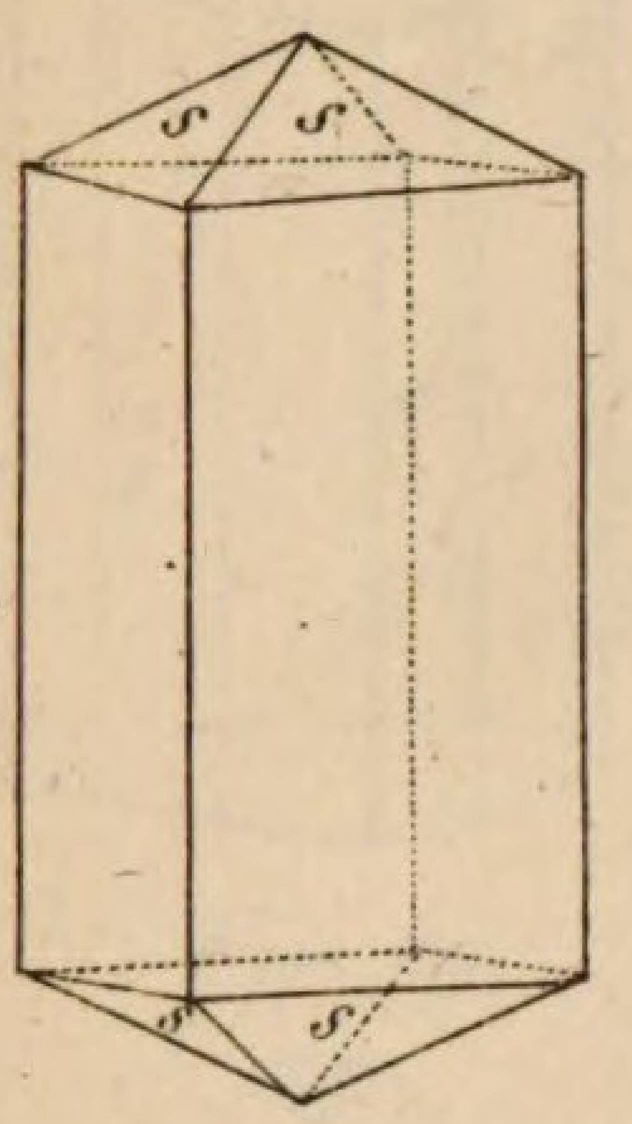


Fig. 58.

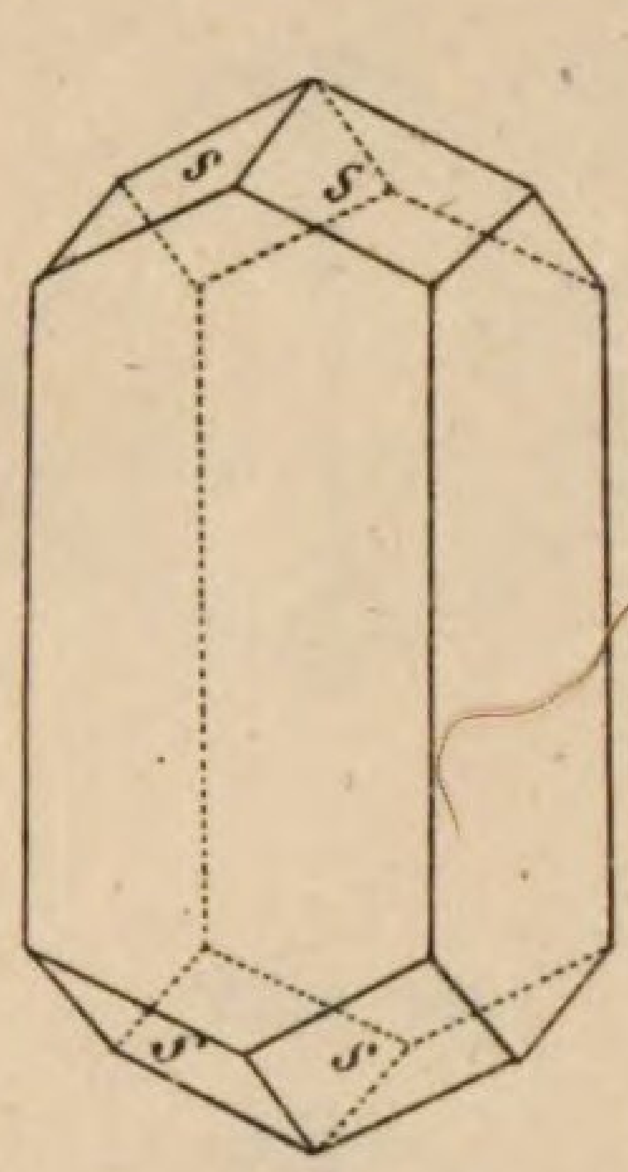


Fig. 59.

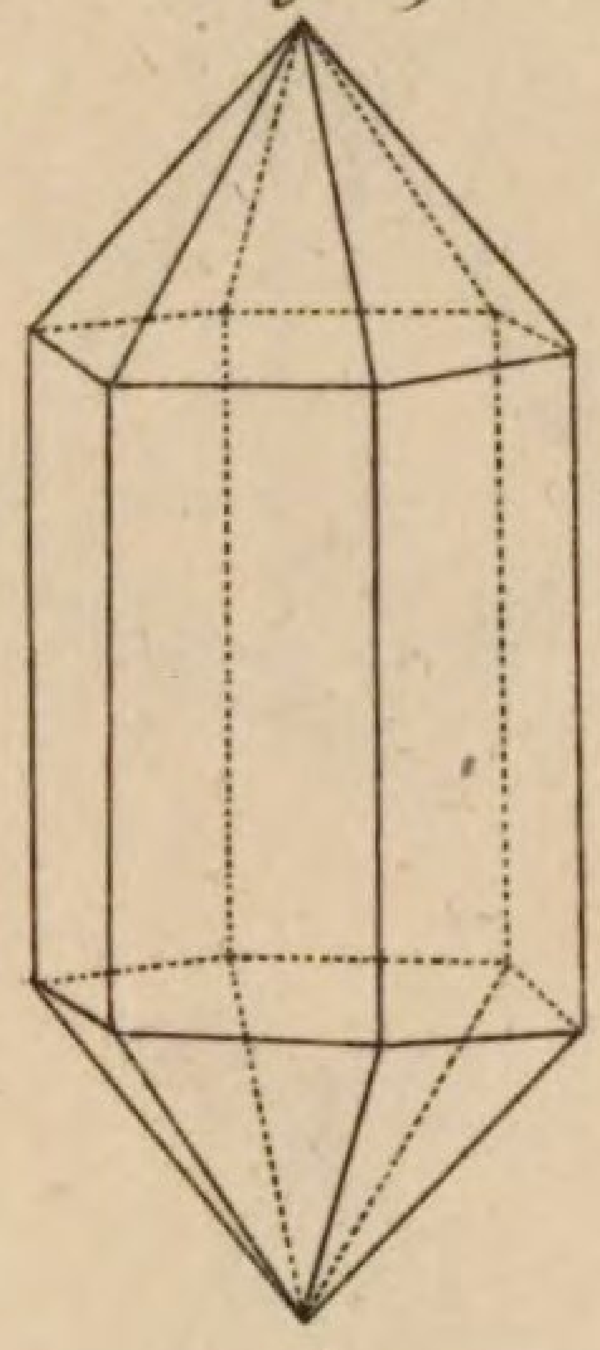


Fig. 60.

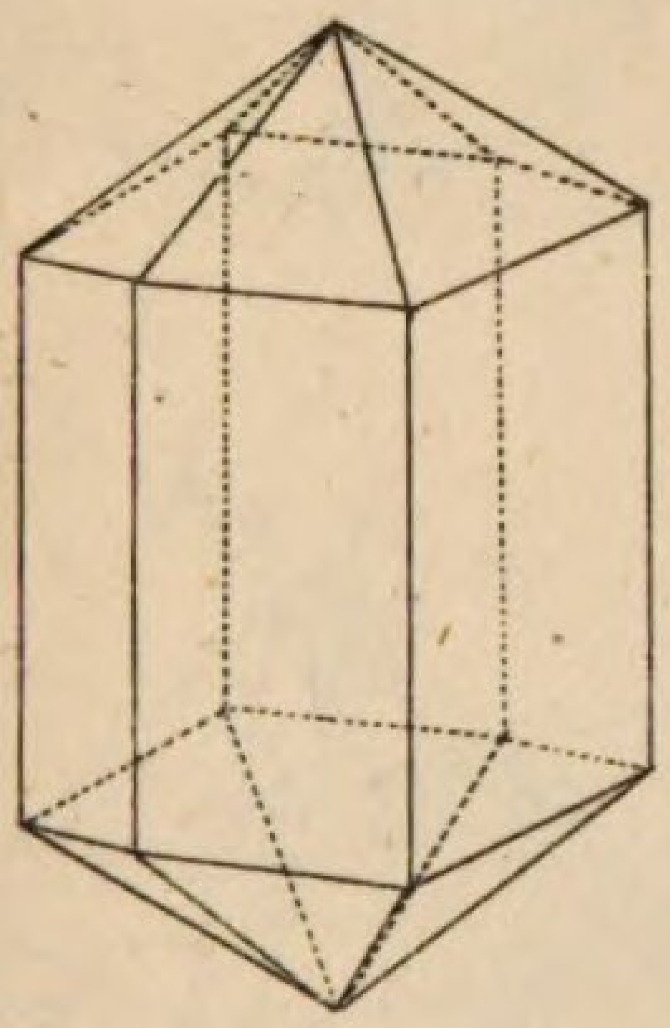


Fig. 61.

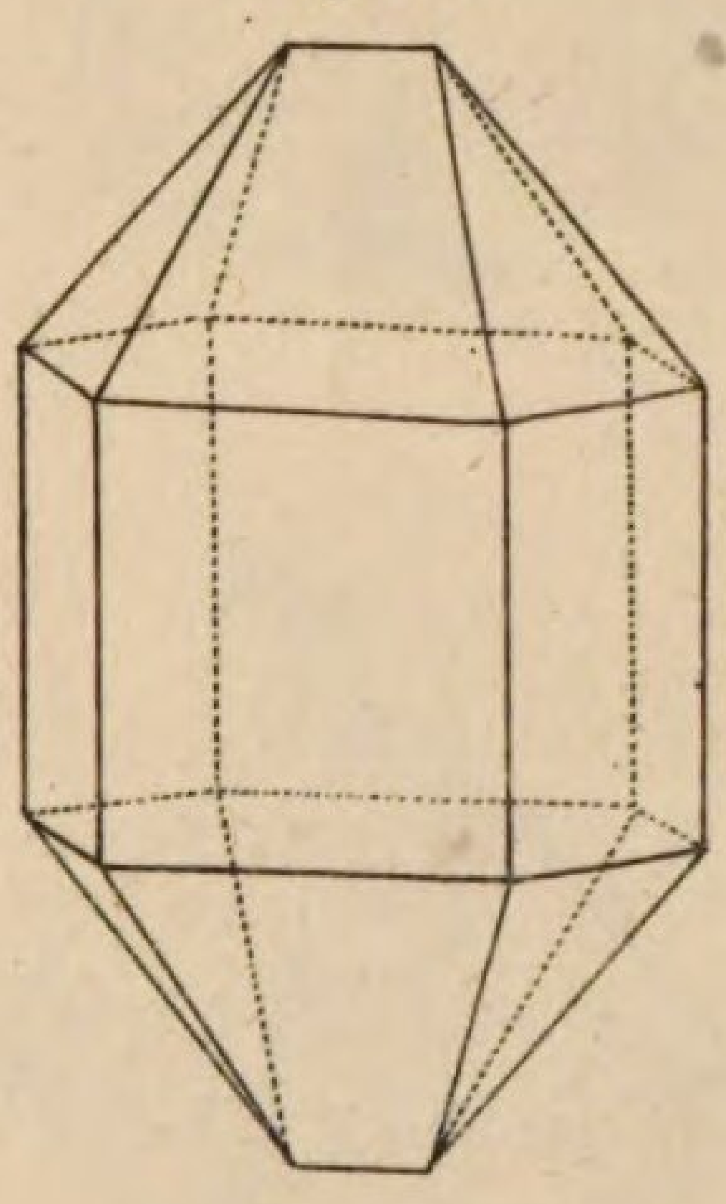


Fig. 62.

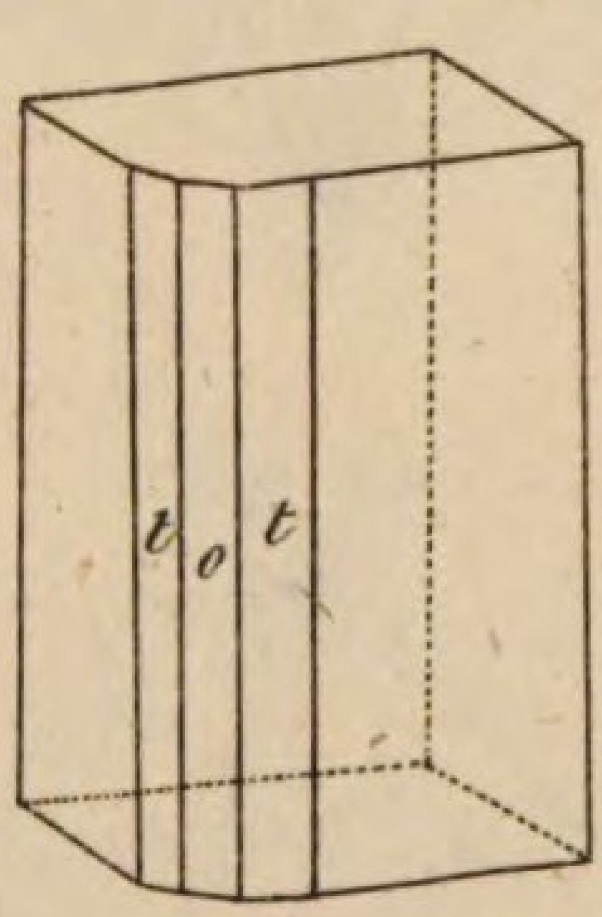


Fig. 63.

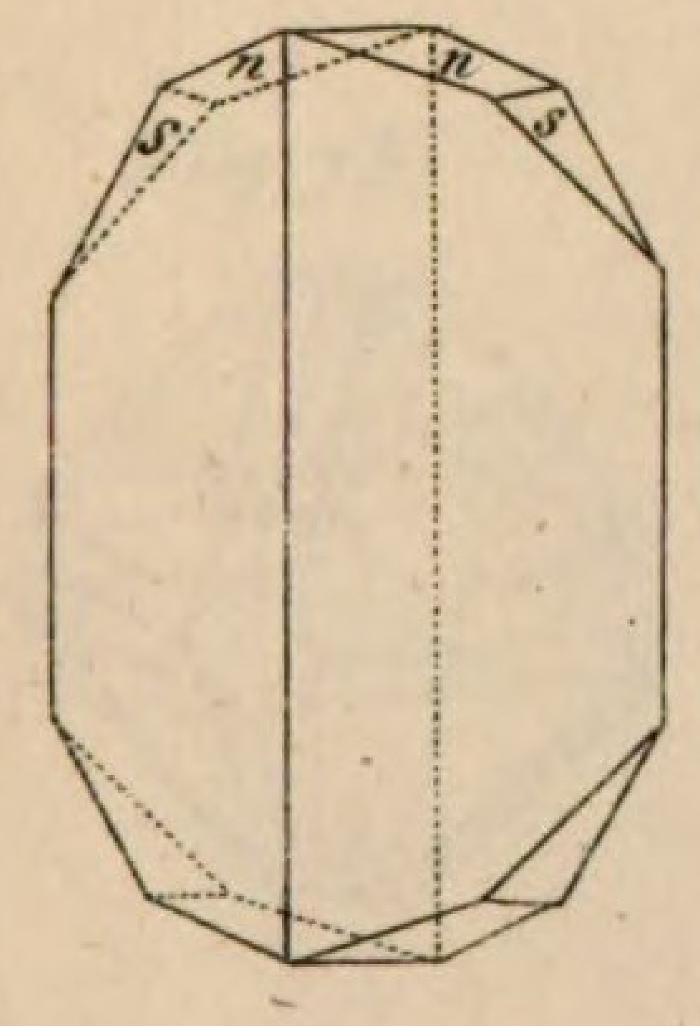


Fig. 64.

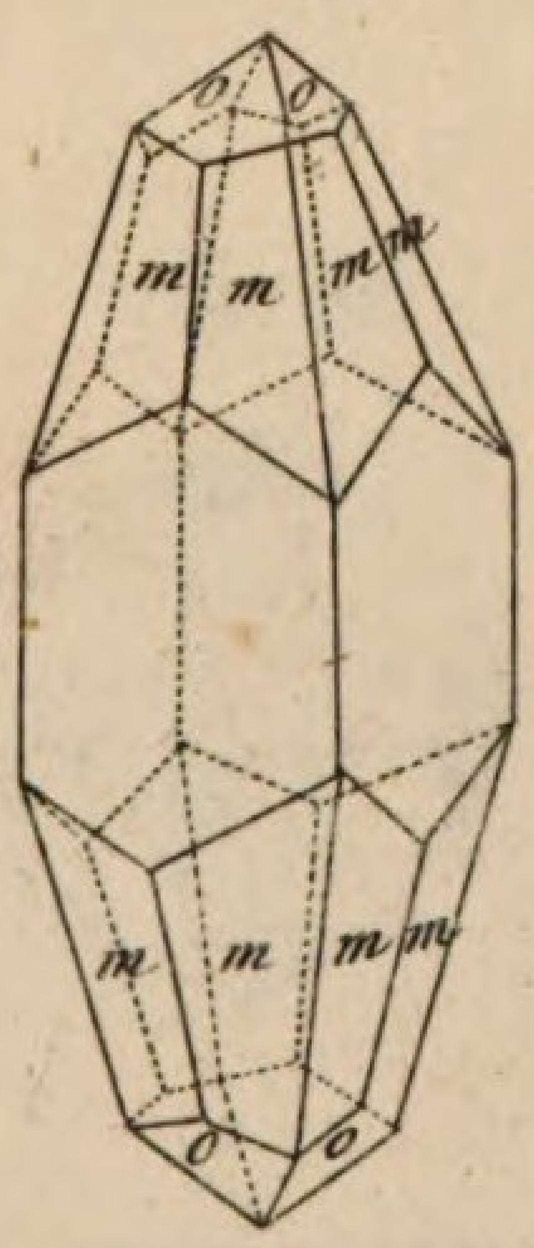
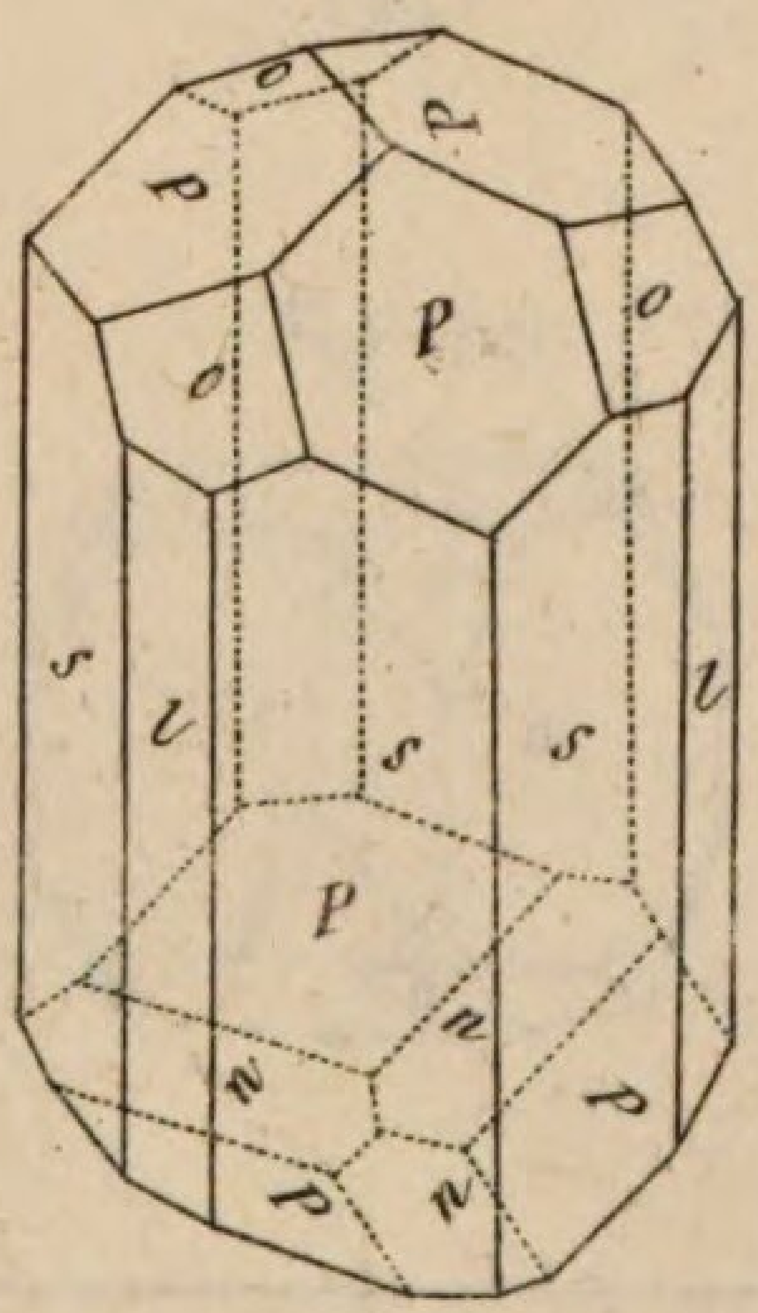


Fig. 65.



Lith. v. C.F. Müller in C.

Fig. 66.

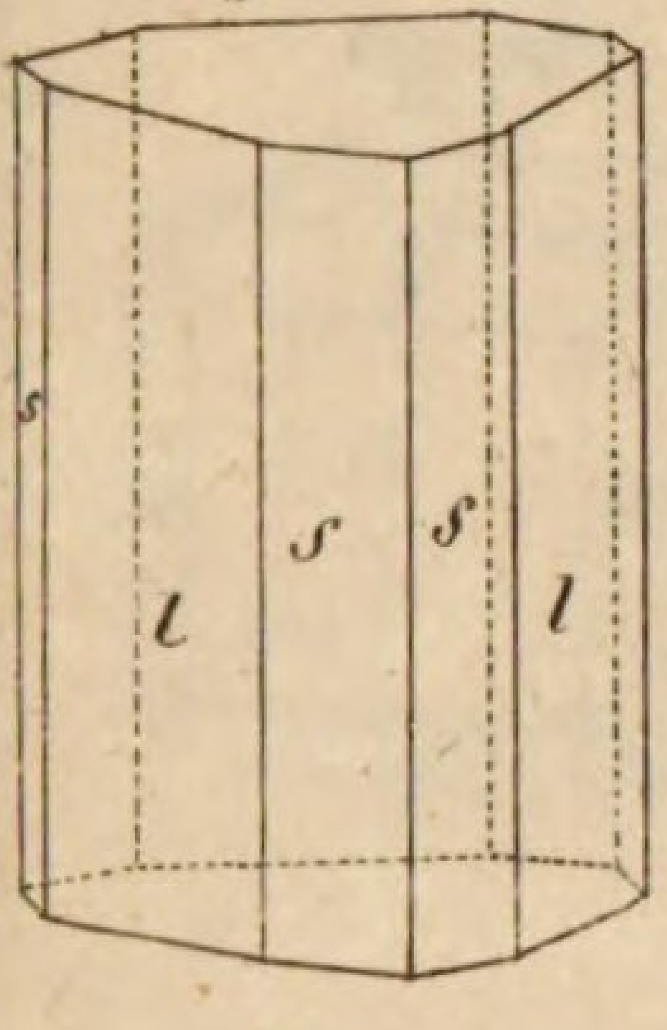


Fig. 67.

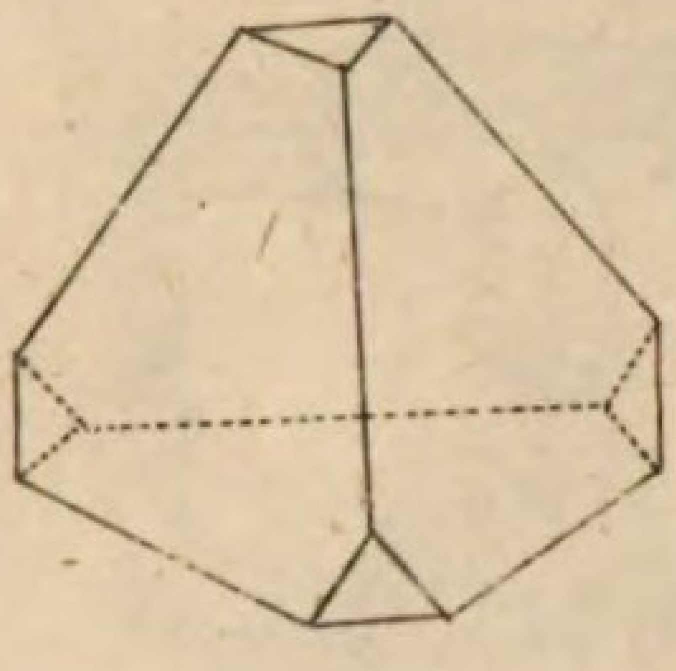


Fig. 68.

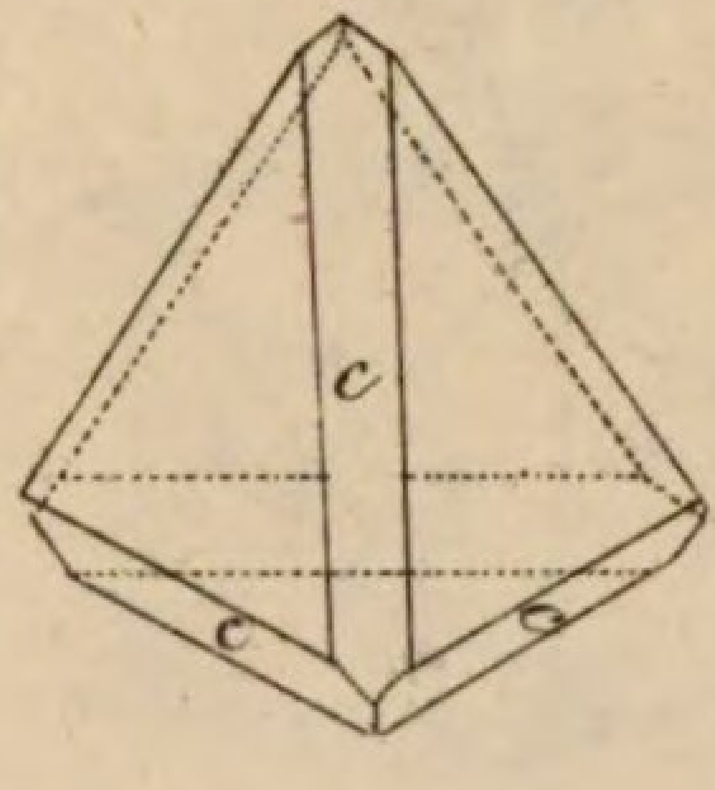


Fig. 69.

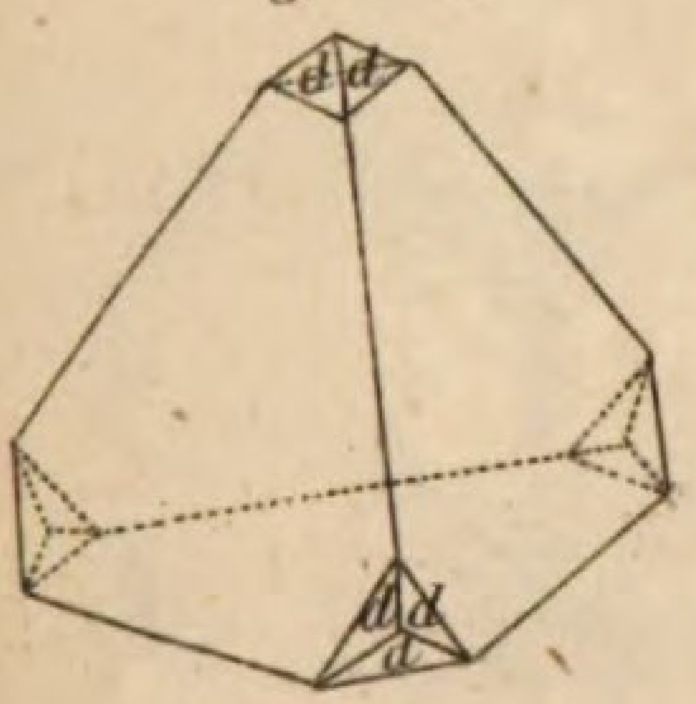


Fig. 70.

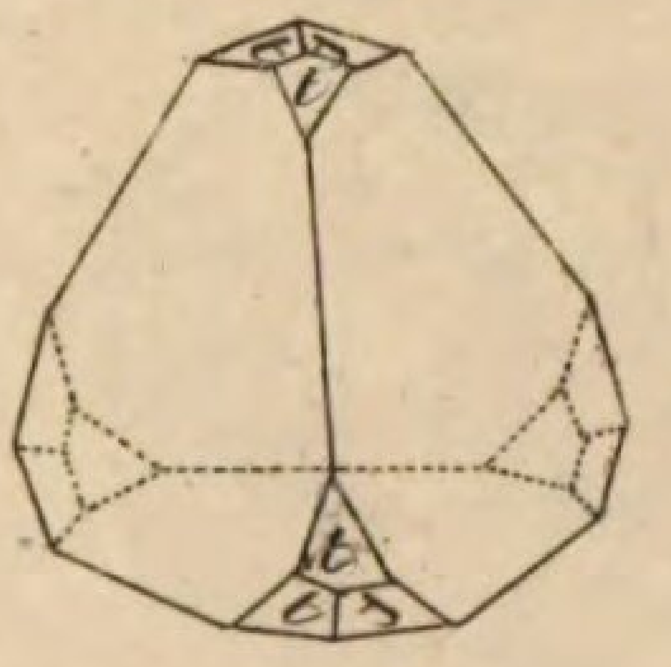


Fig. 71.

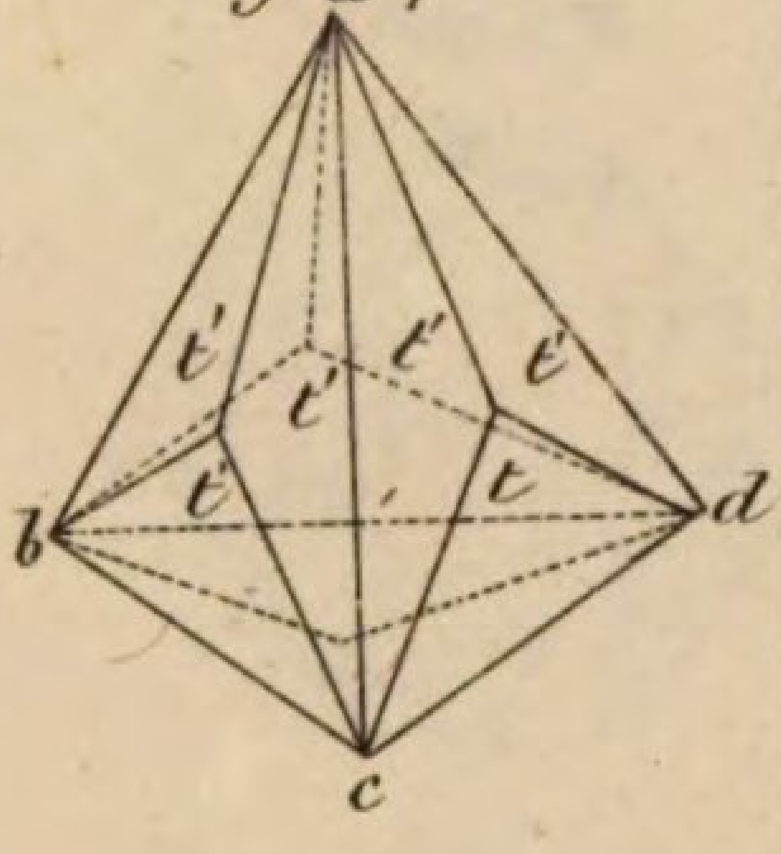


Fig. 72.

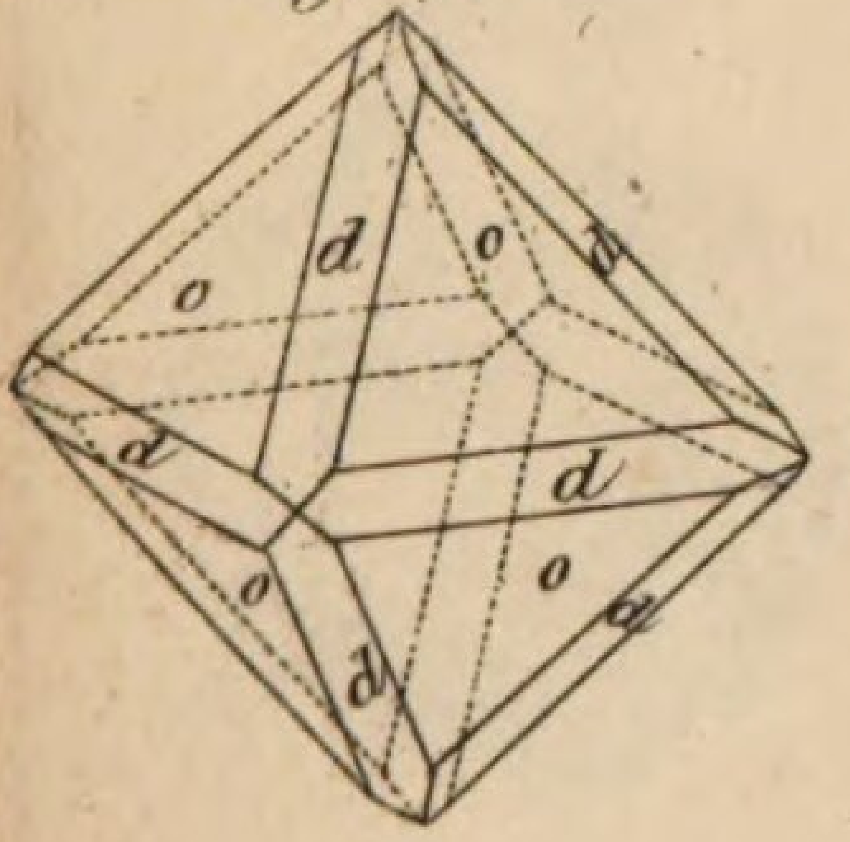


Fig. 73.

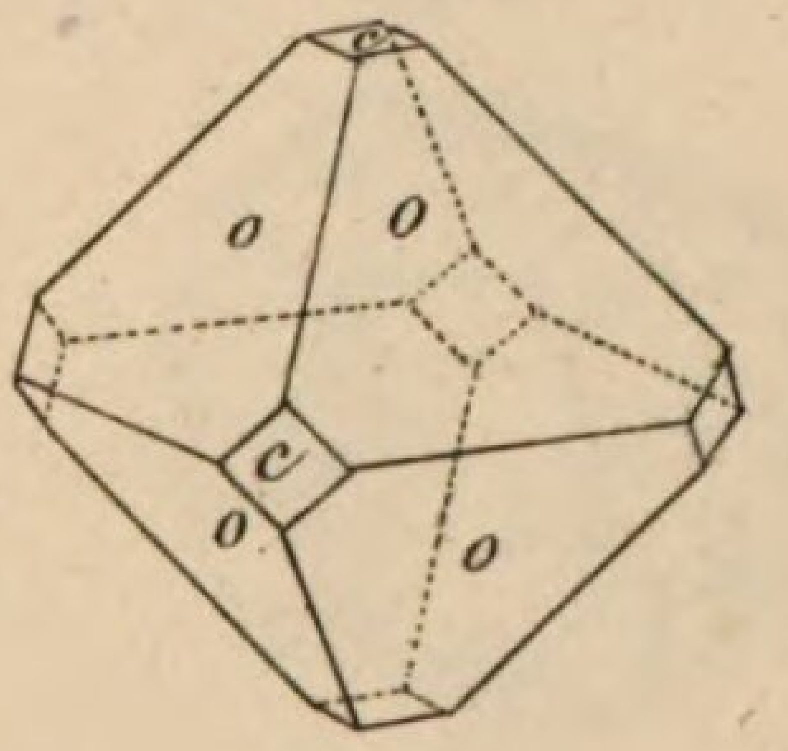


Fig. 74.

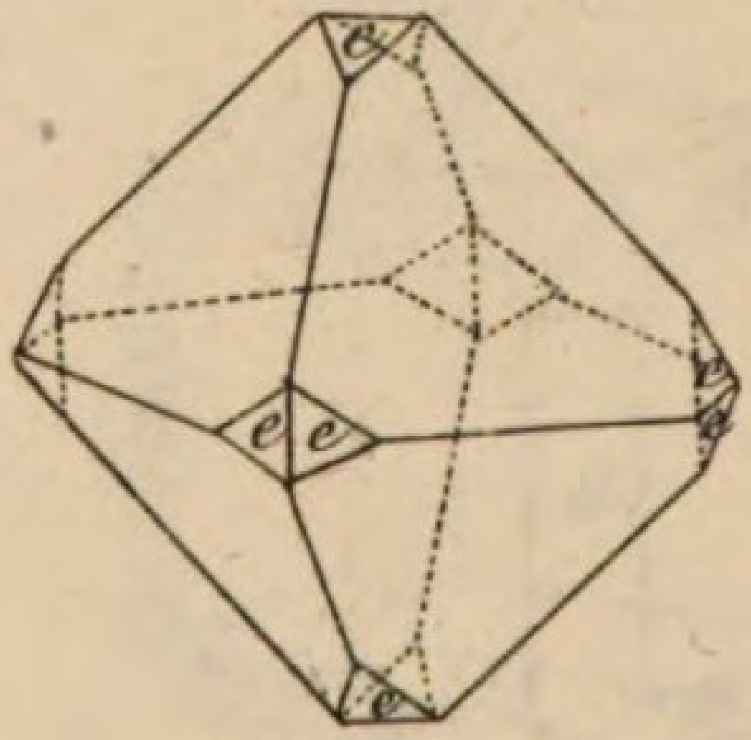


Fig. 75.

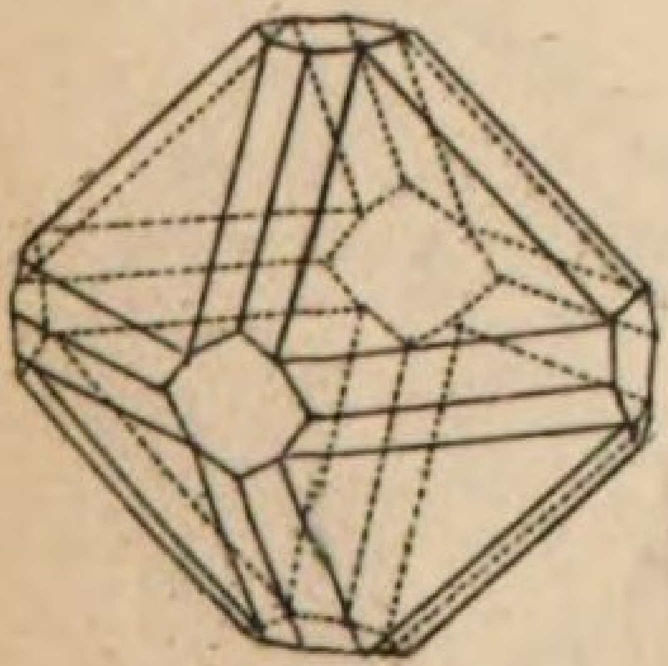


Fig. 76.

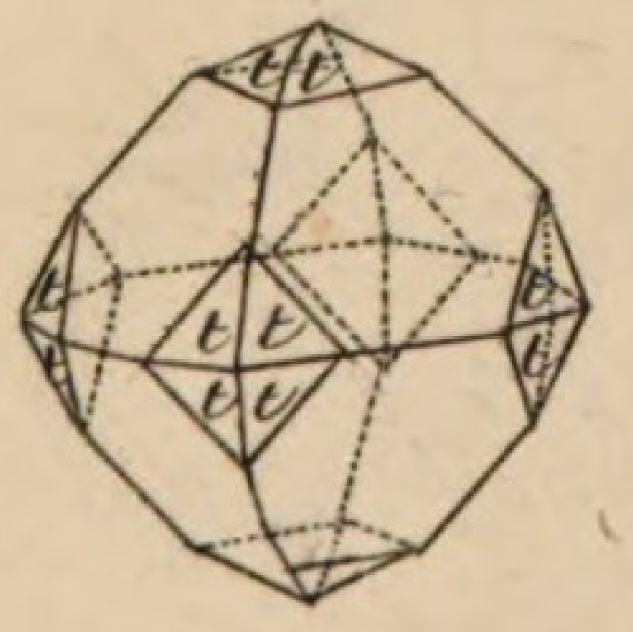


Fig. 77.

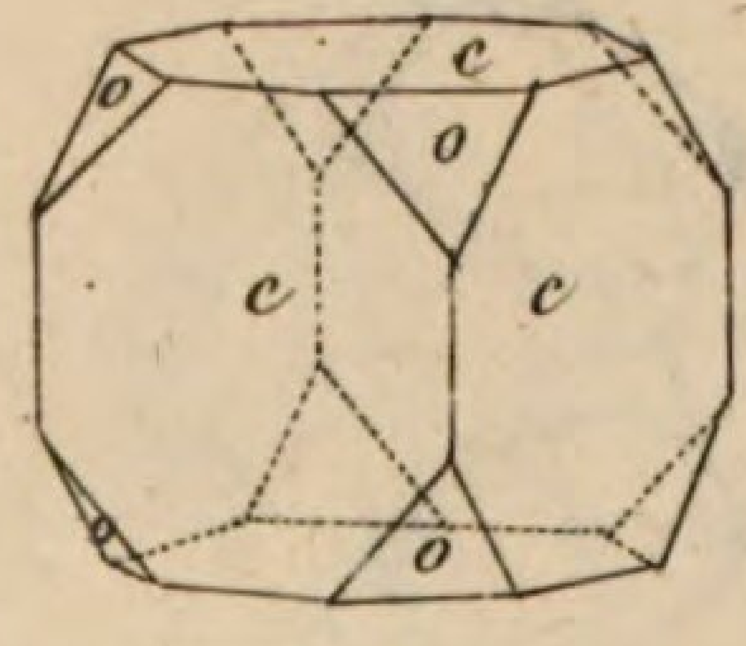


Fig. 78.

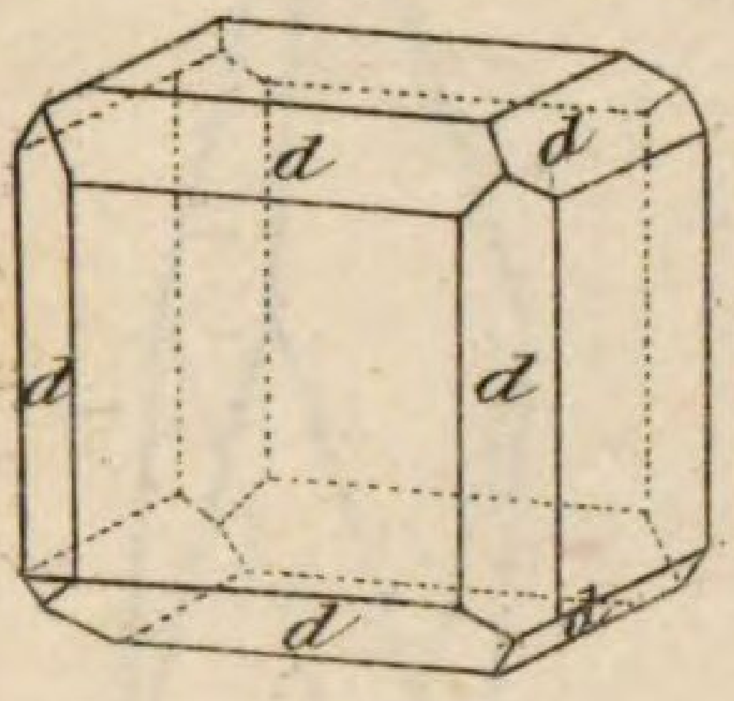


Fig. 79.

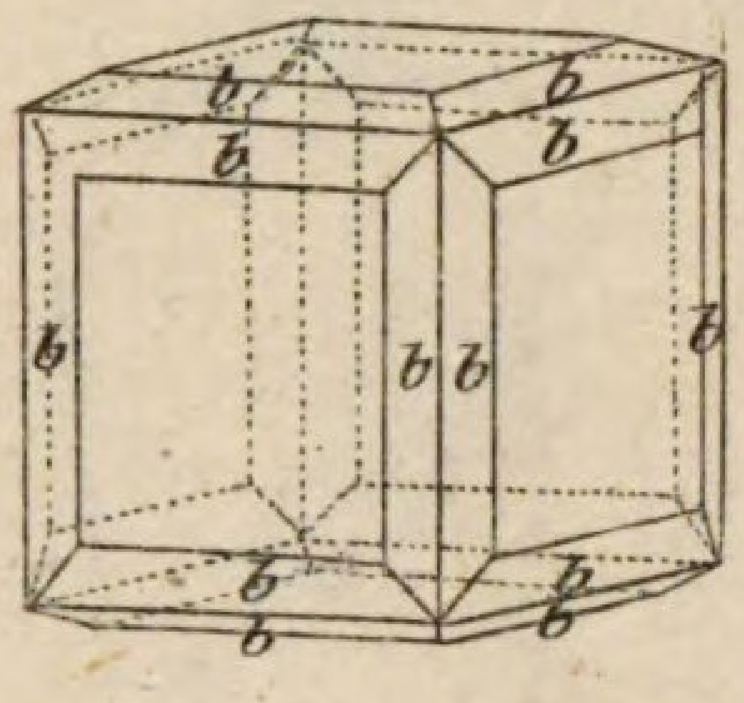


Fig. 80.

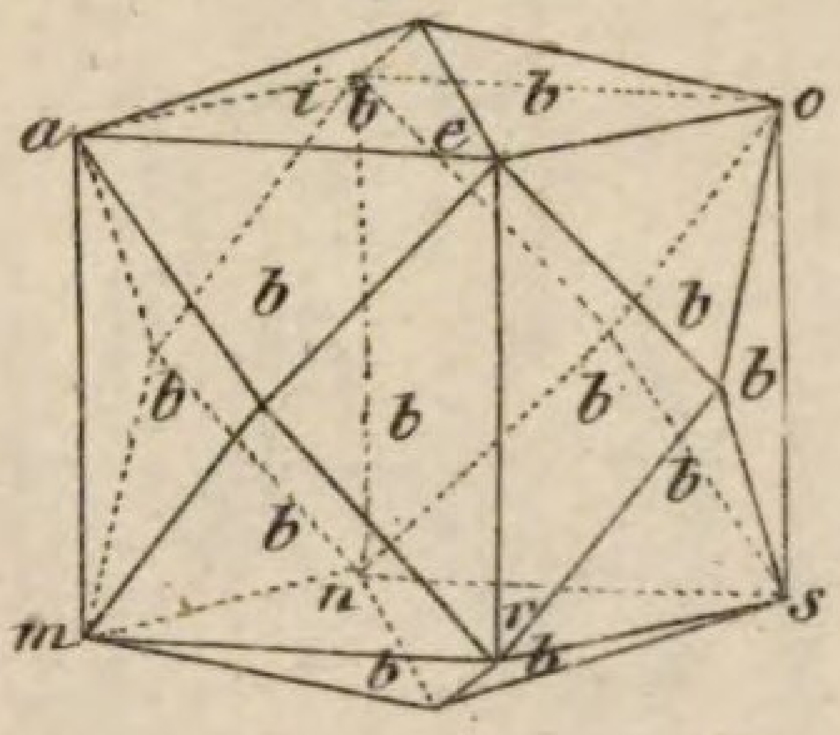


Fig. 81.

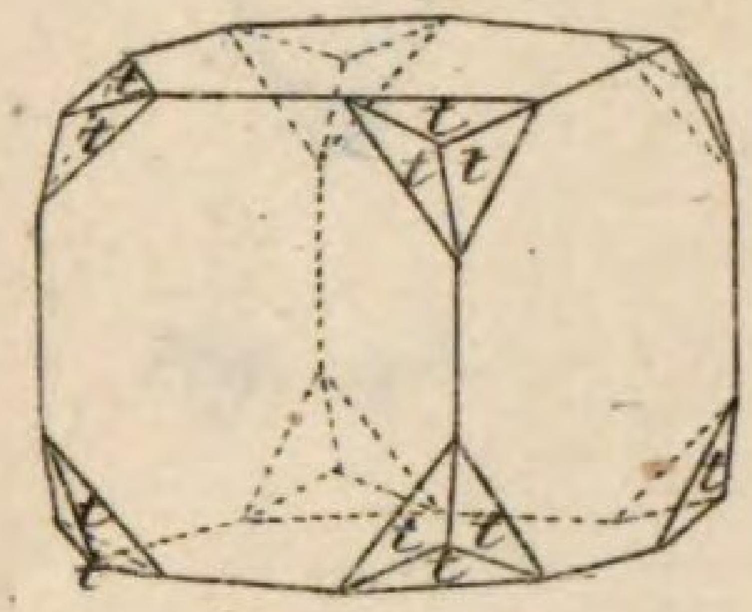


Fig. 82.

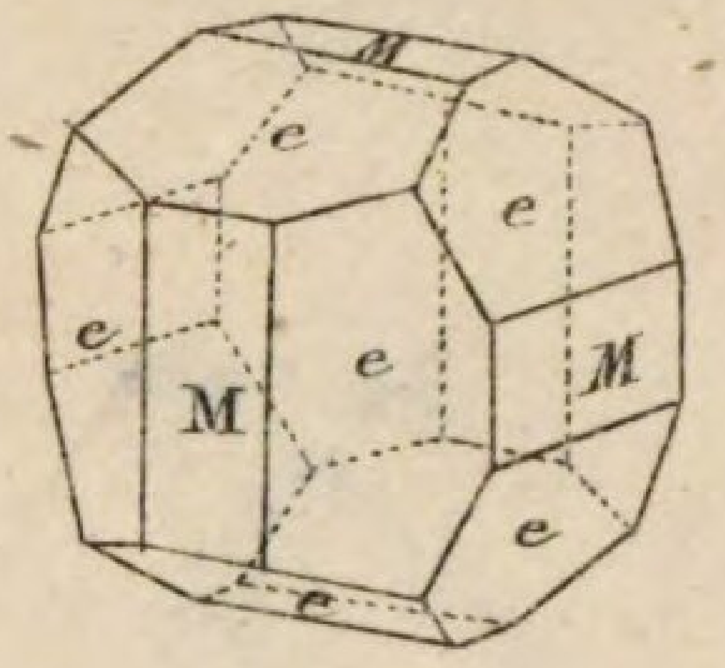


Fig. 83.

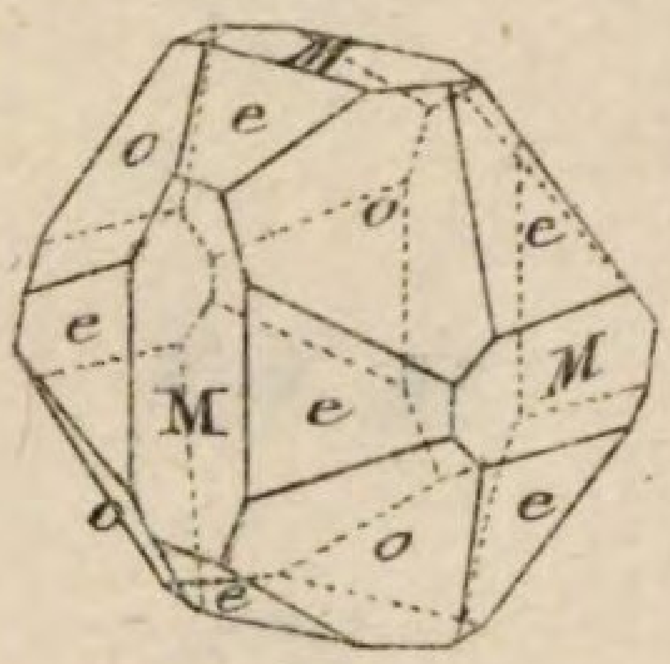


Fig. 84.

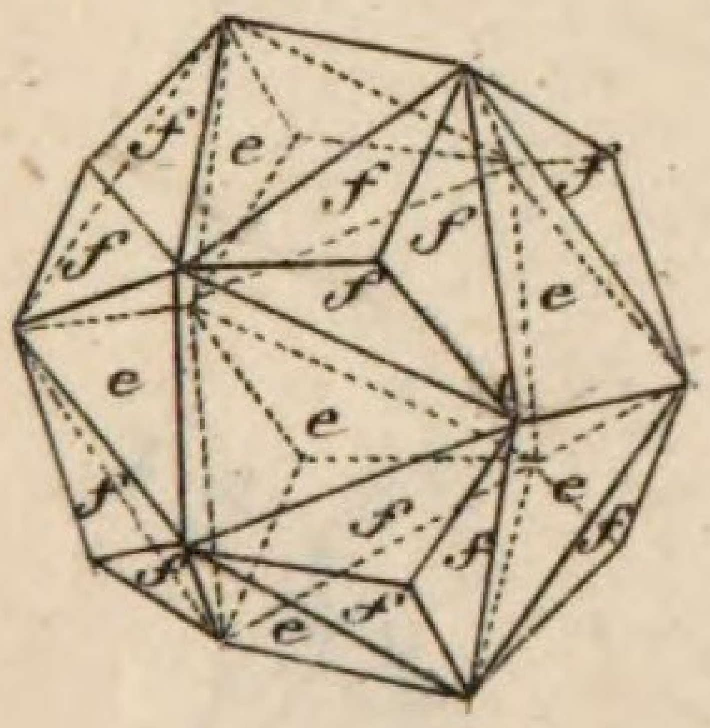


Fig. 85.

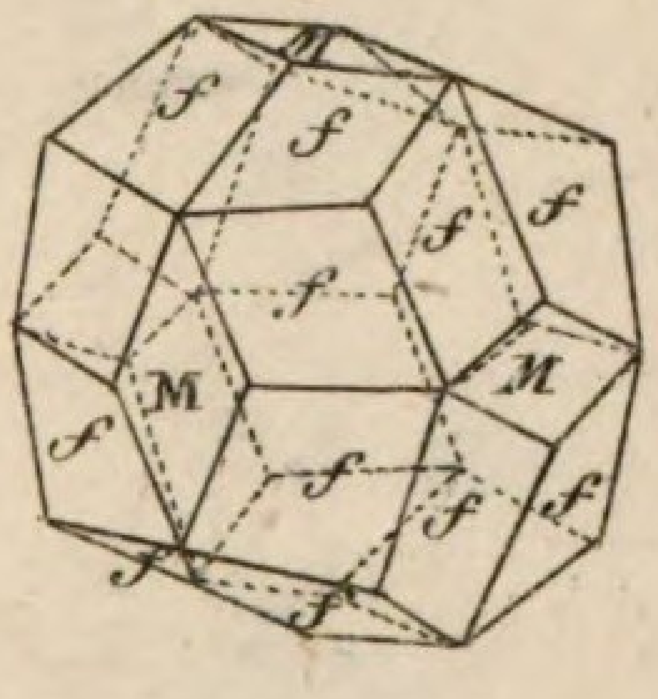


Fig. 86.

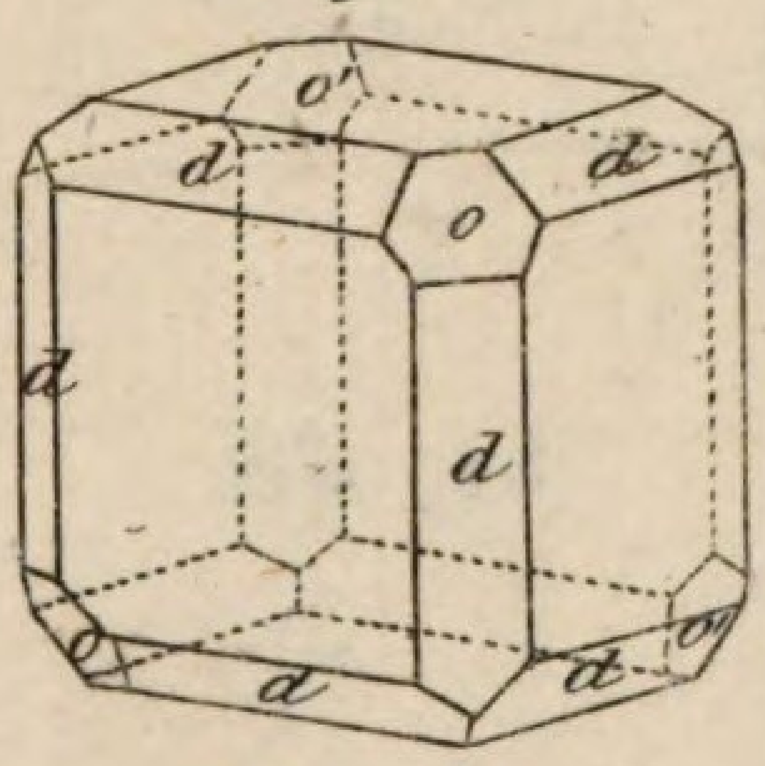


Fig. 87.

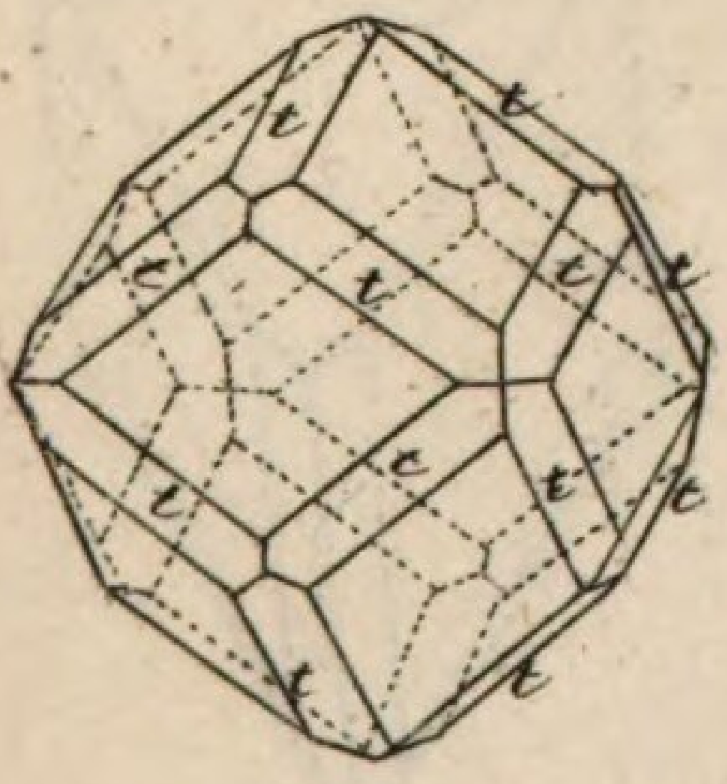


Fig. 88.

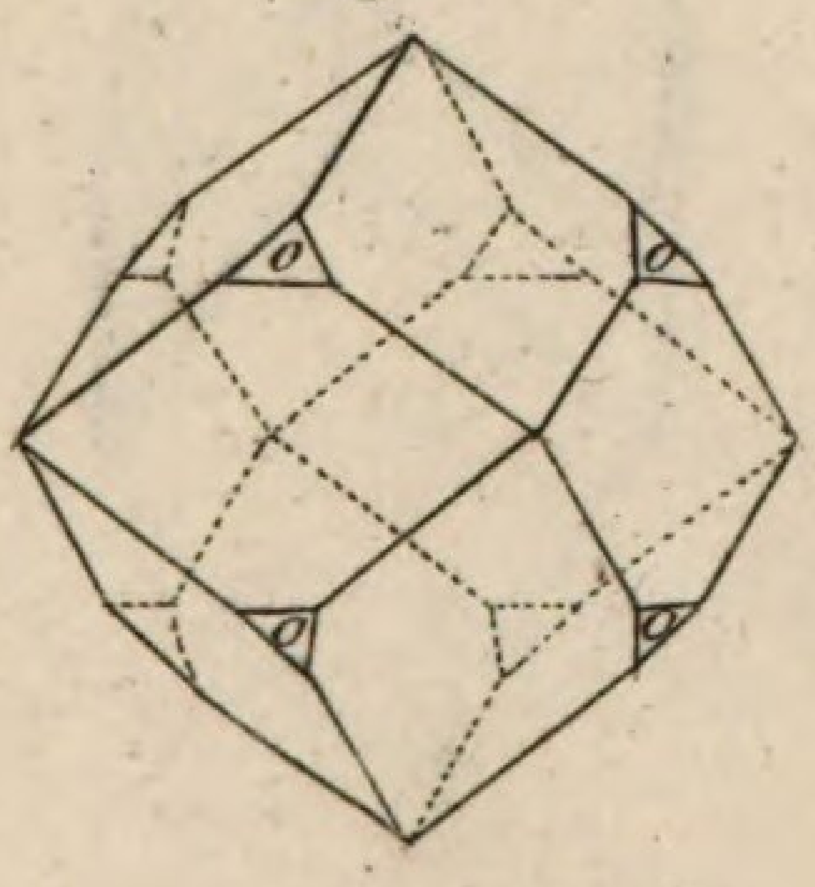
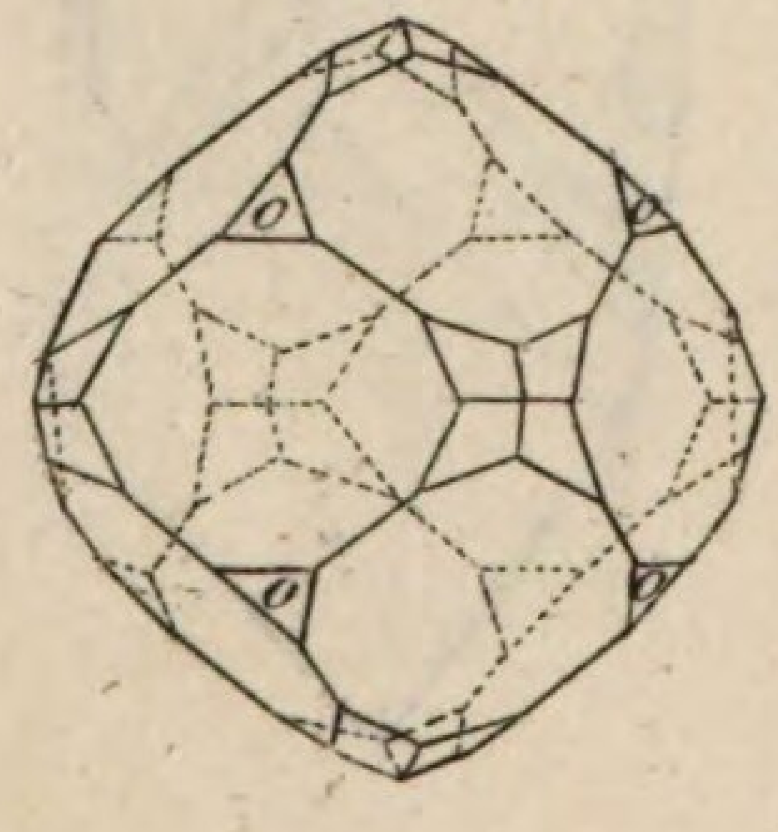


Fig. 89.



Lith. v. C F Müller in C.

CRISTALLISATION. PL. XI.

Fig. 90.

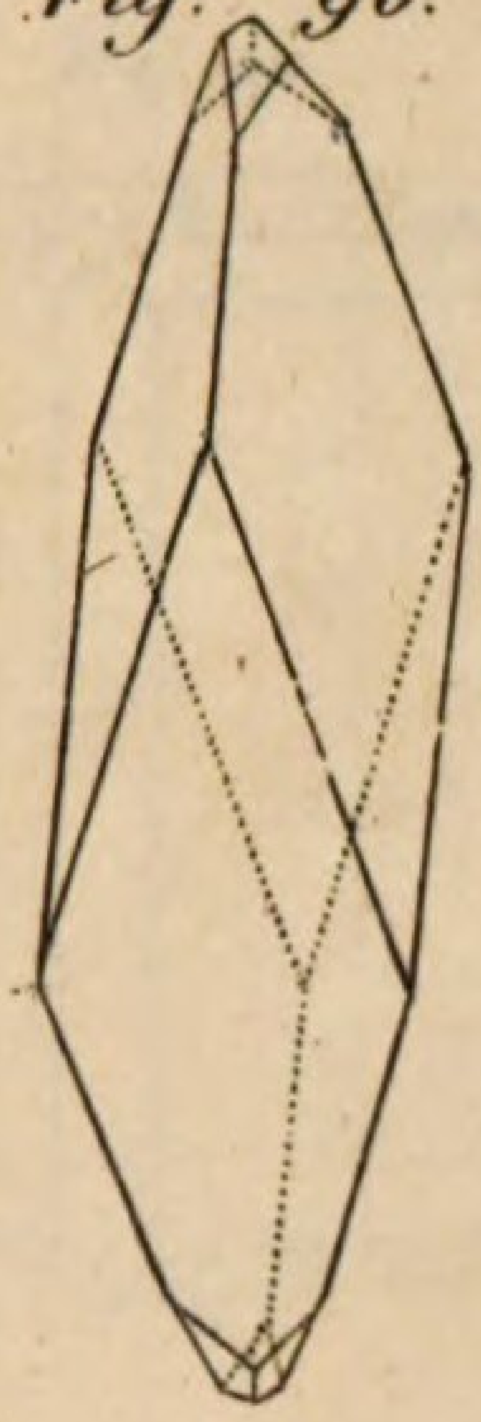


Fig. 91.

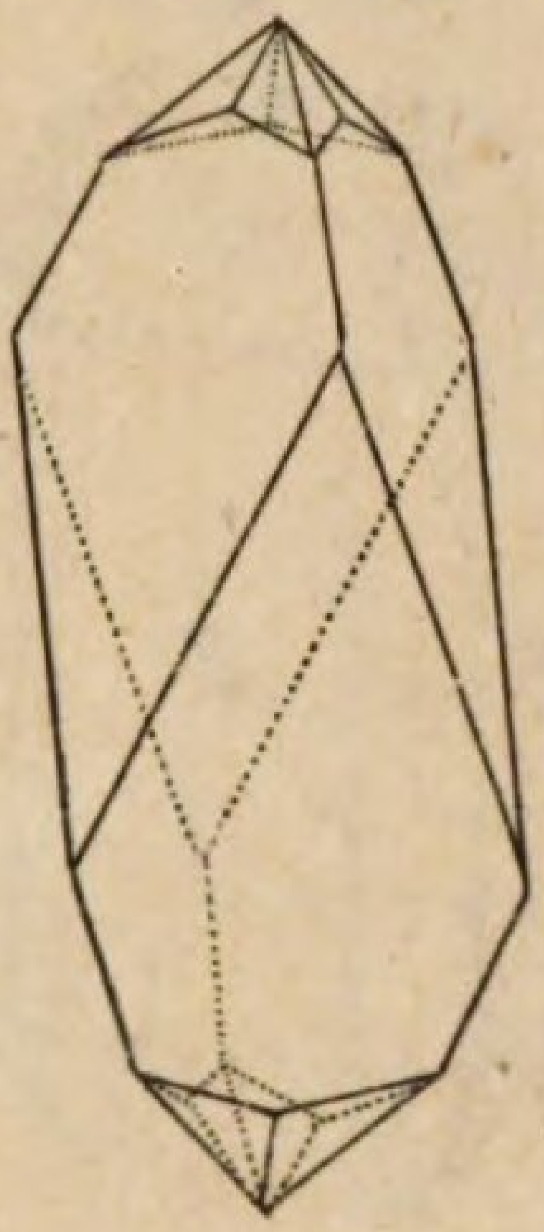


Fig. 92.

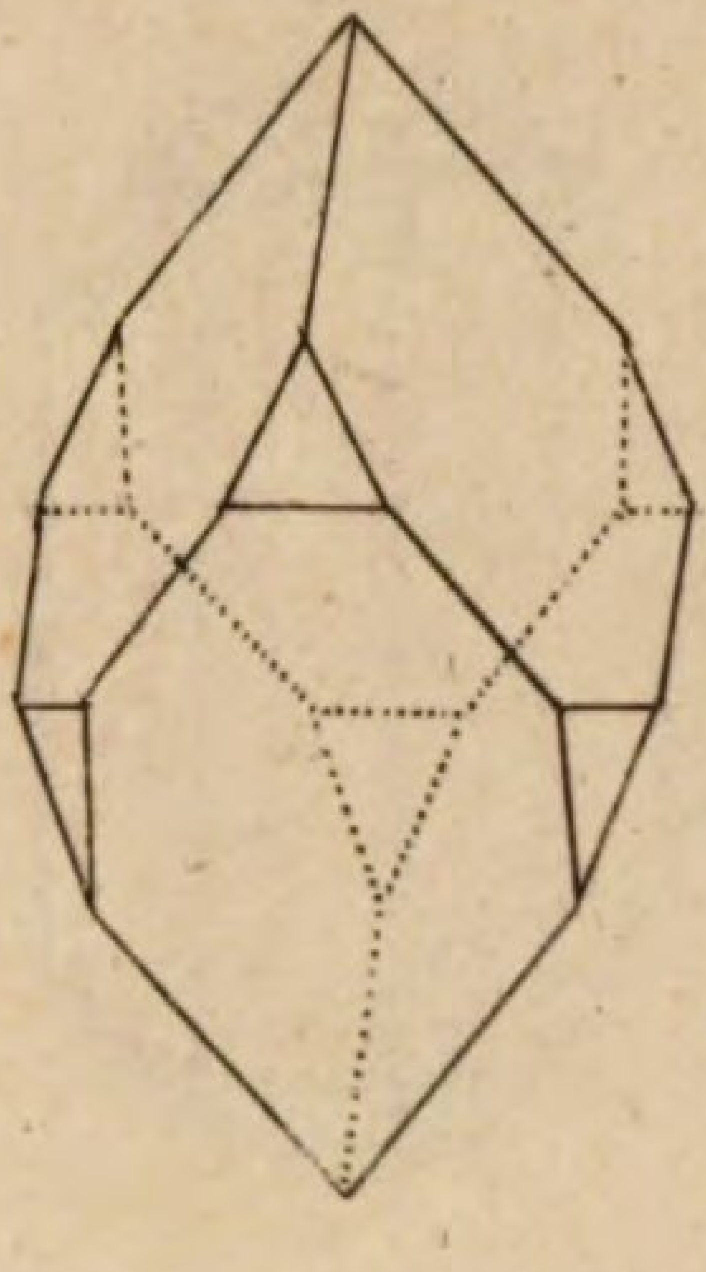


Fig. 93.

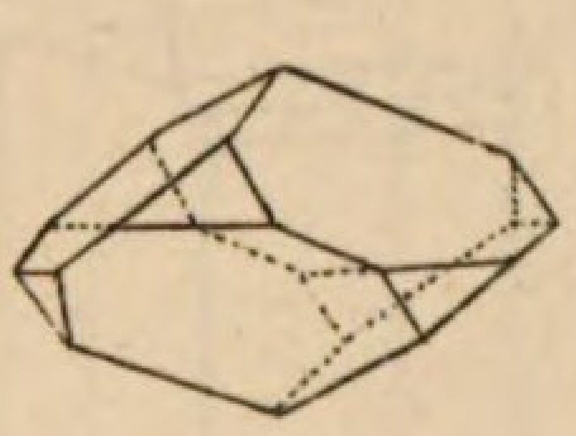


Fig. 94.

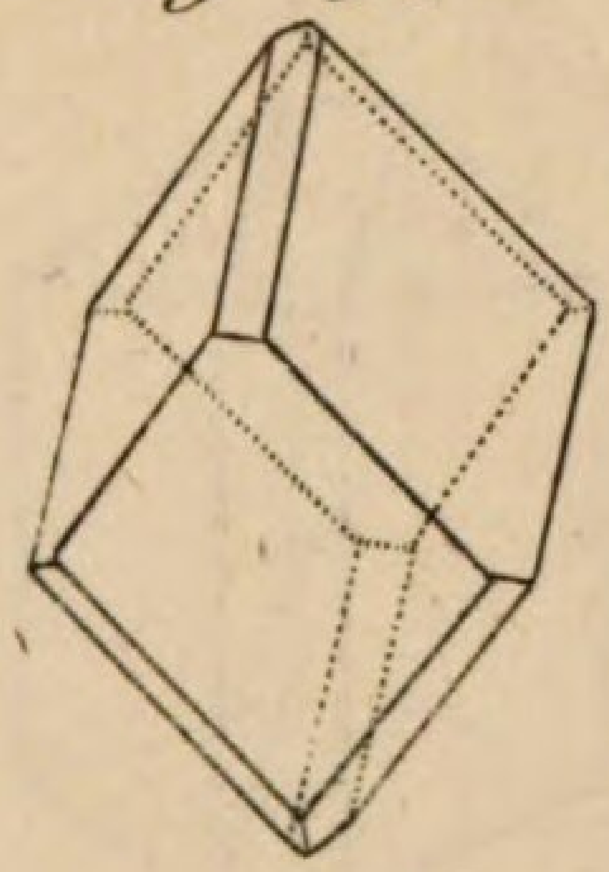


Fig. 95.

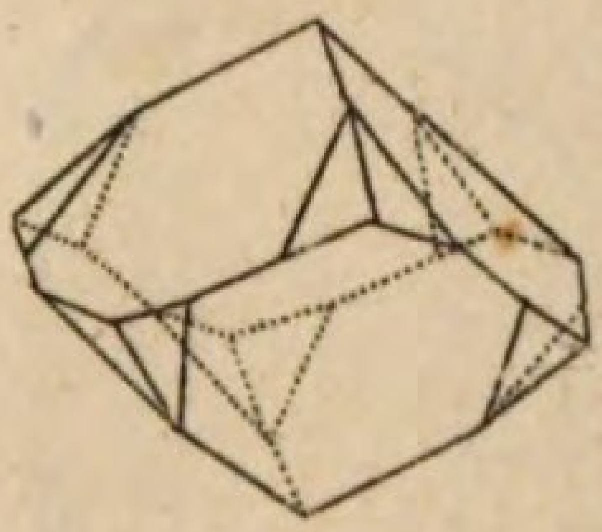


Fig. 96.

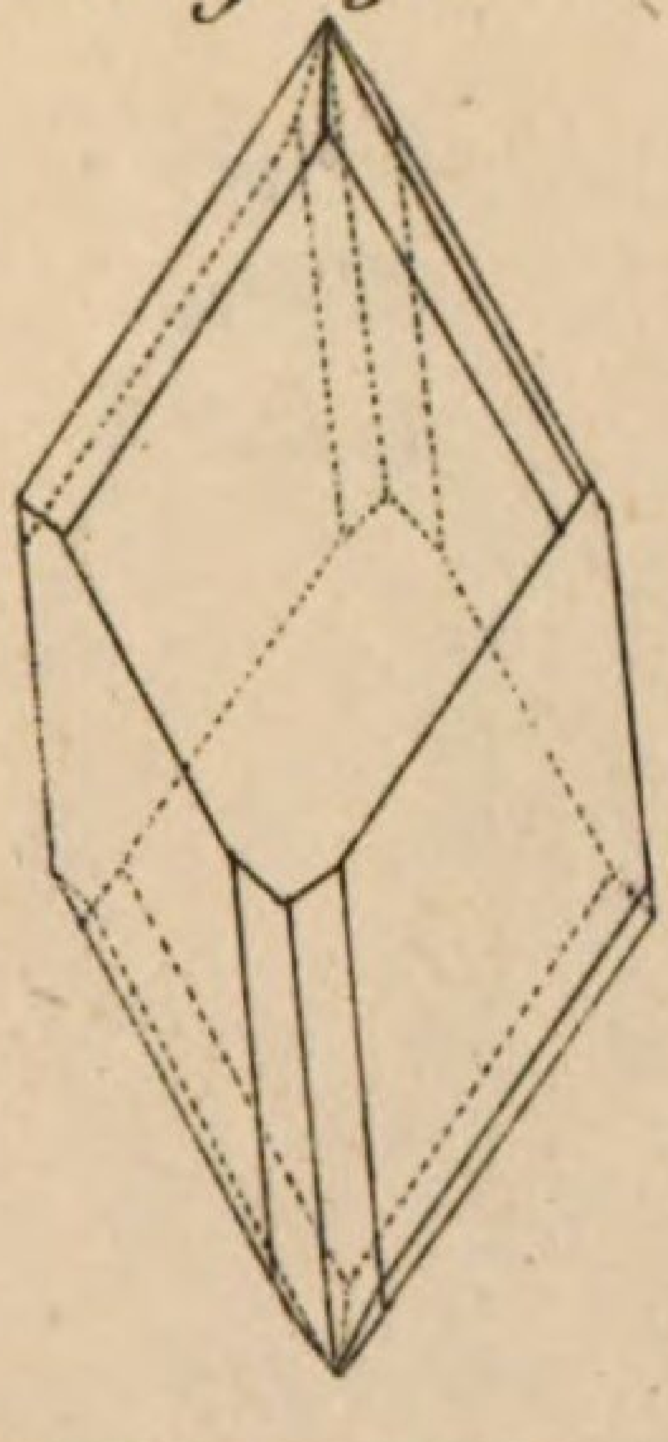


Fig. 97.

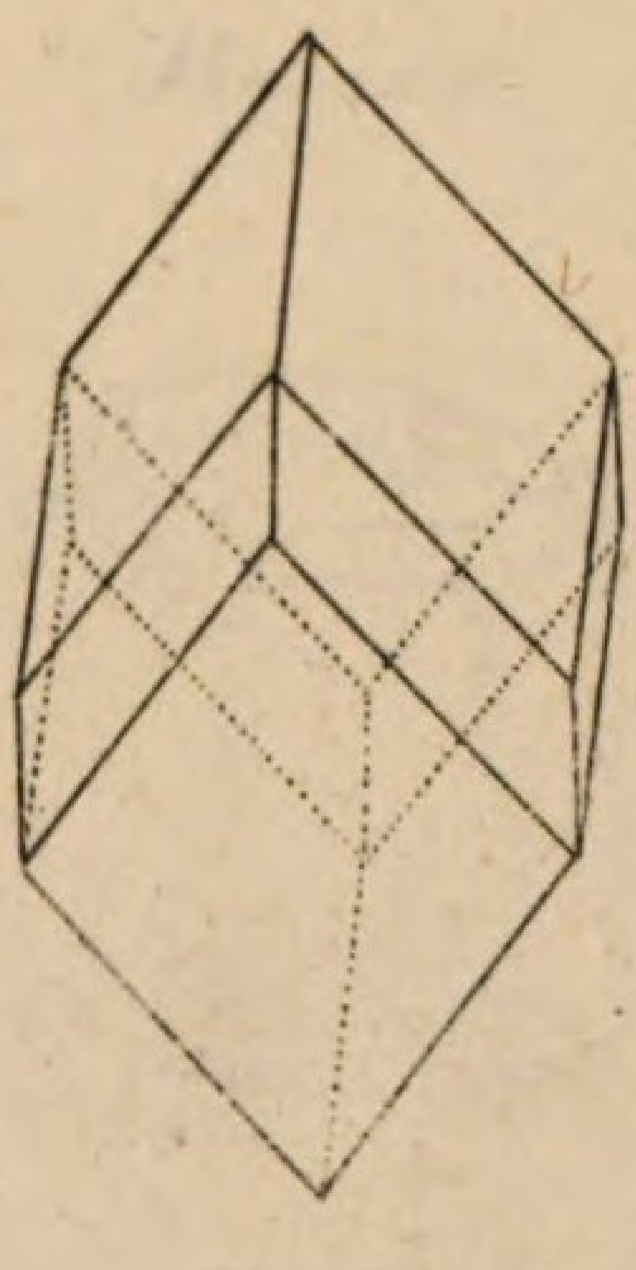
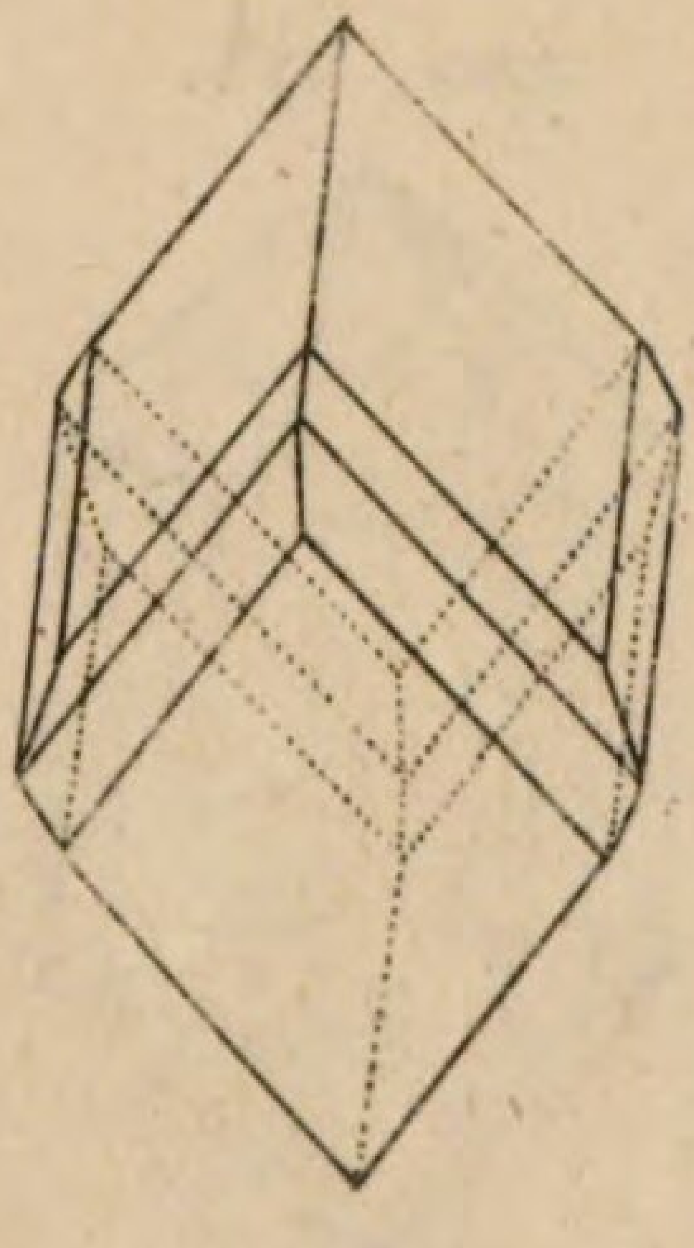


Fig. 98.



Lith. v. C.F. Müller in C.

Fig. 99.

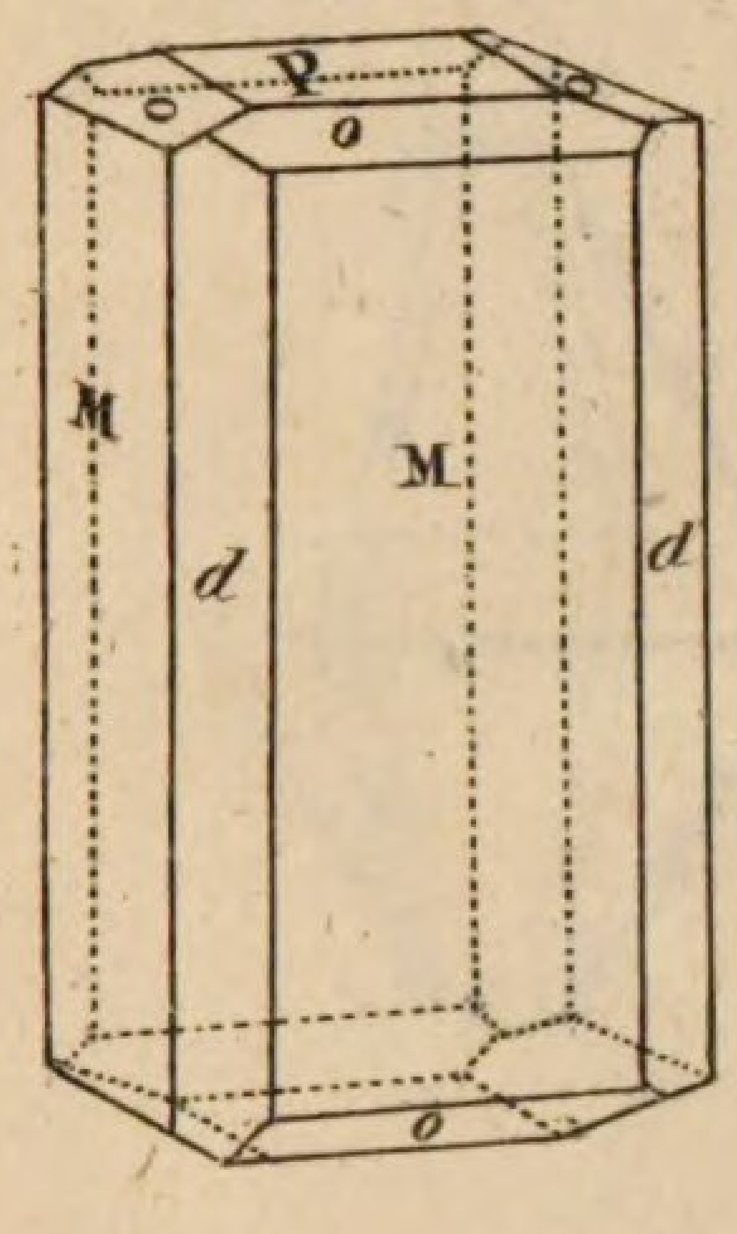


Fig. 100.

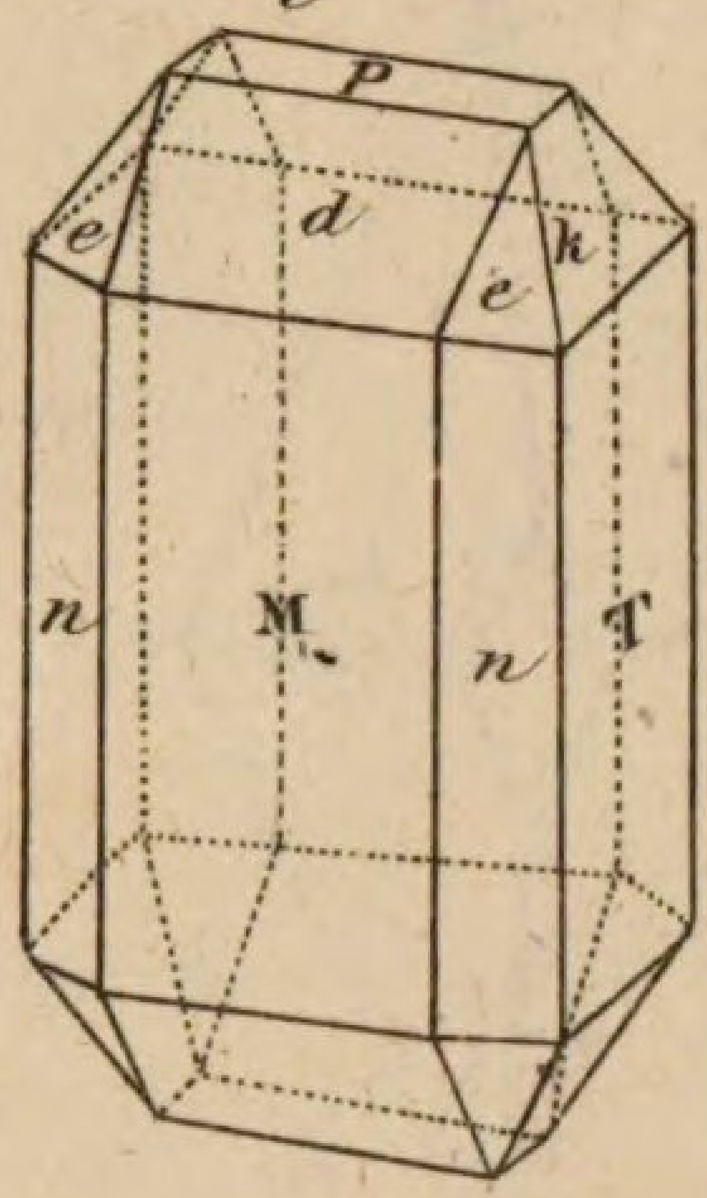


Fig. 101.

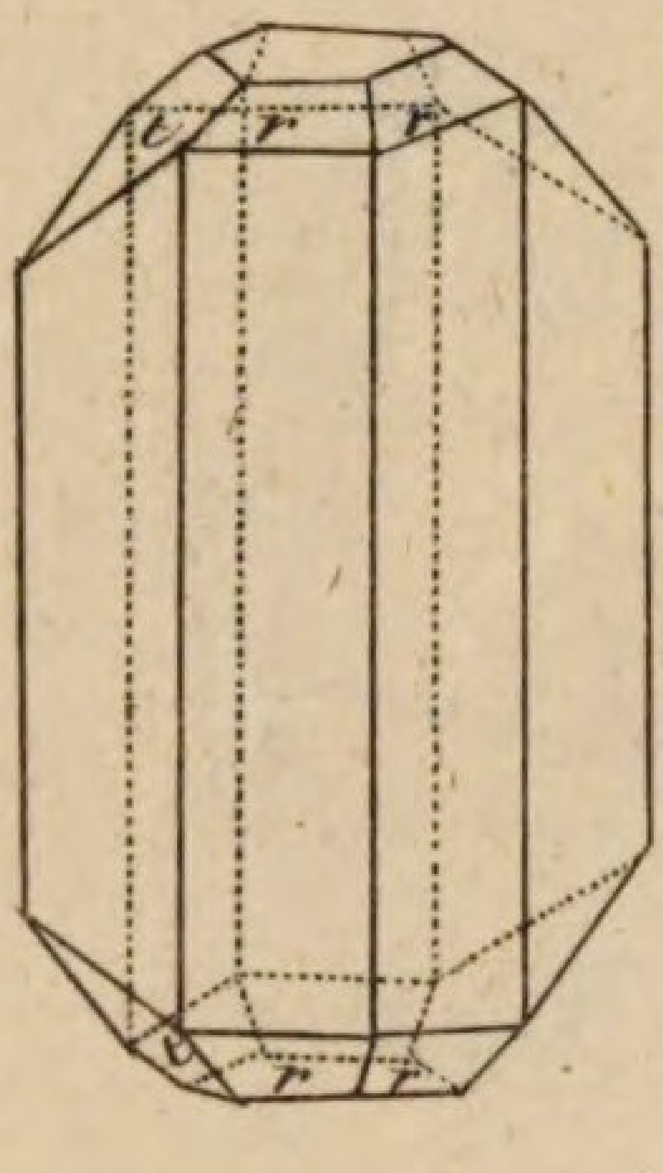


Fig. 102.

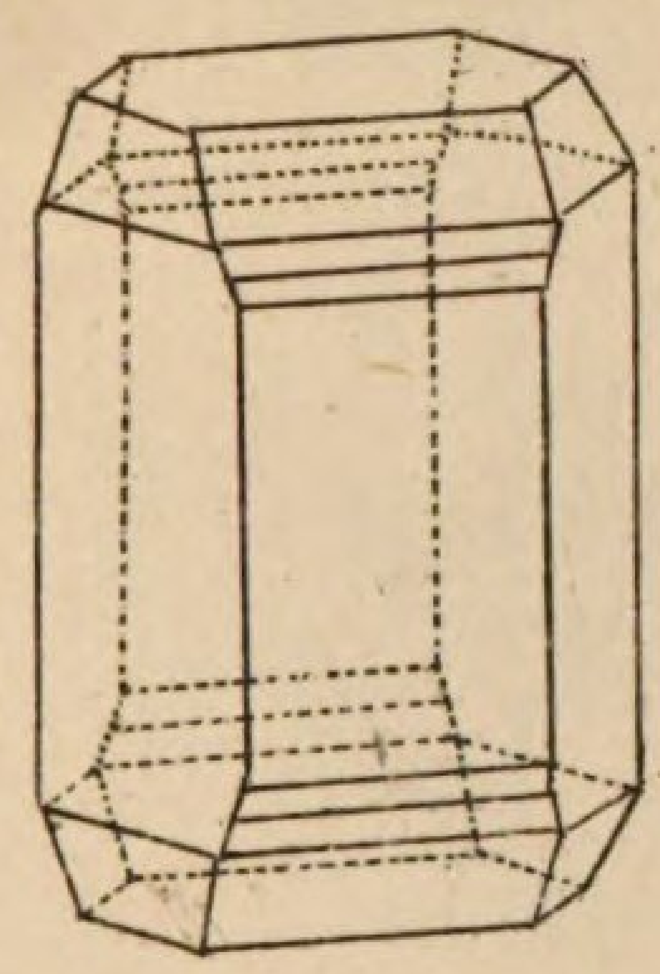


Fig. 103.

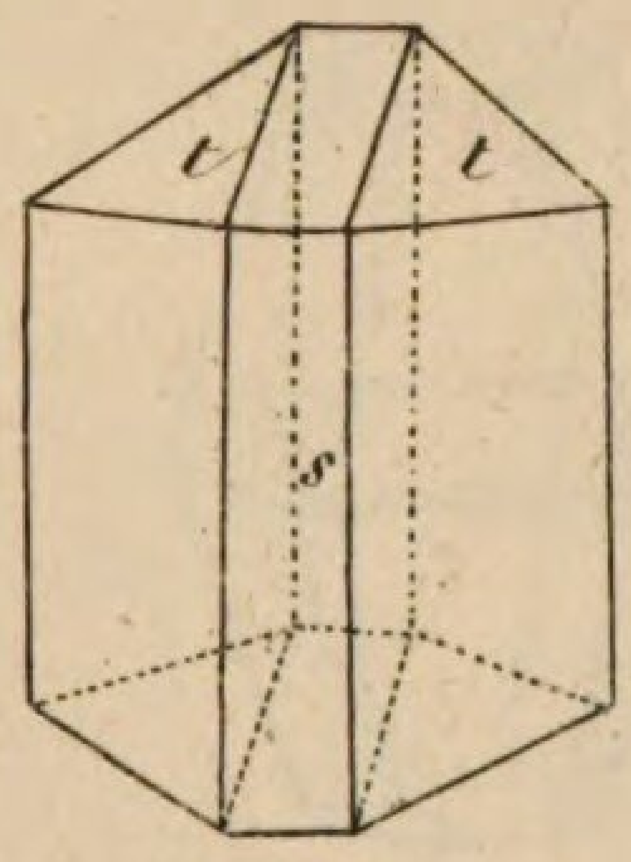


Fig. 104.

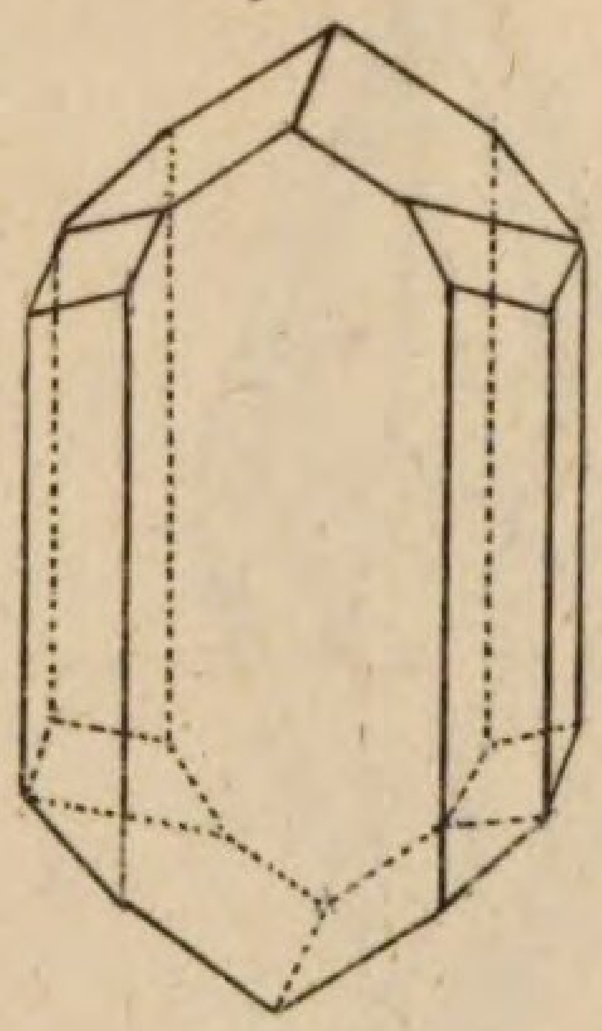


Fig. 105.

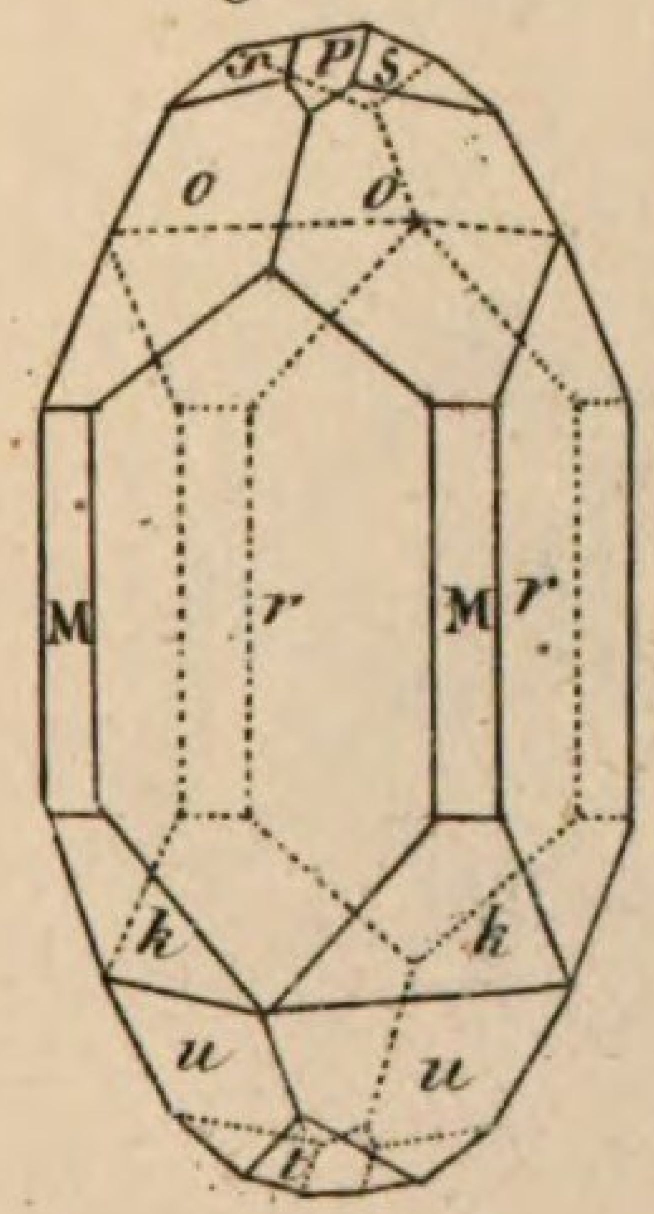


Fig. 106.

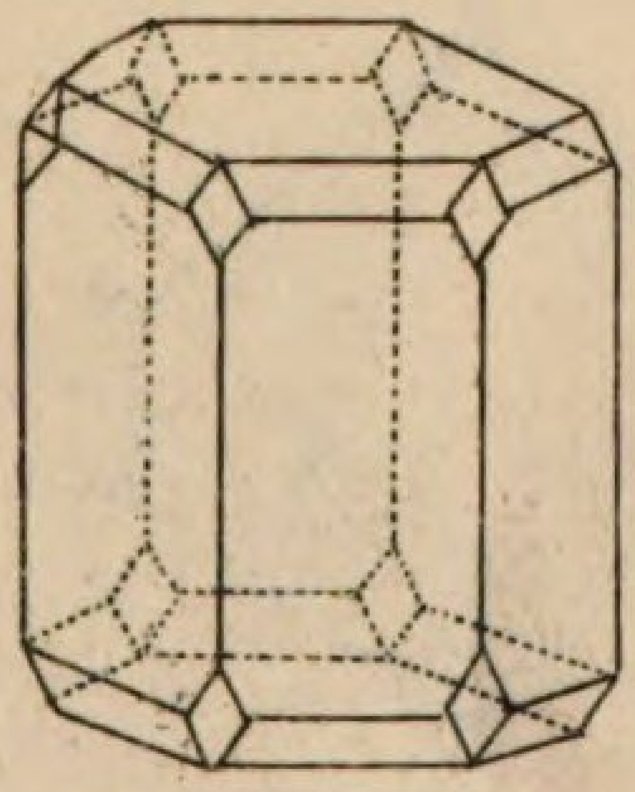
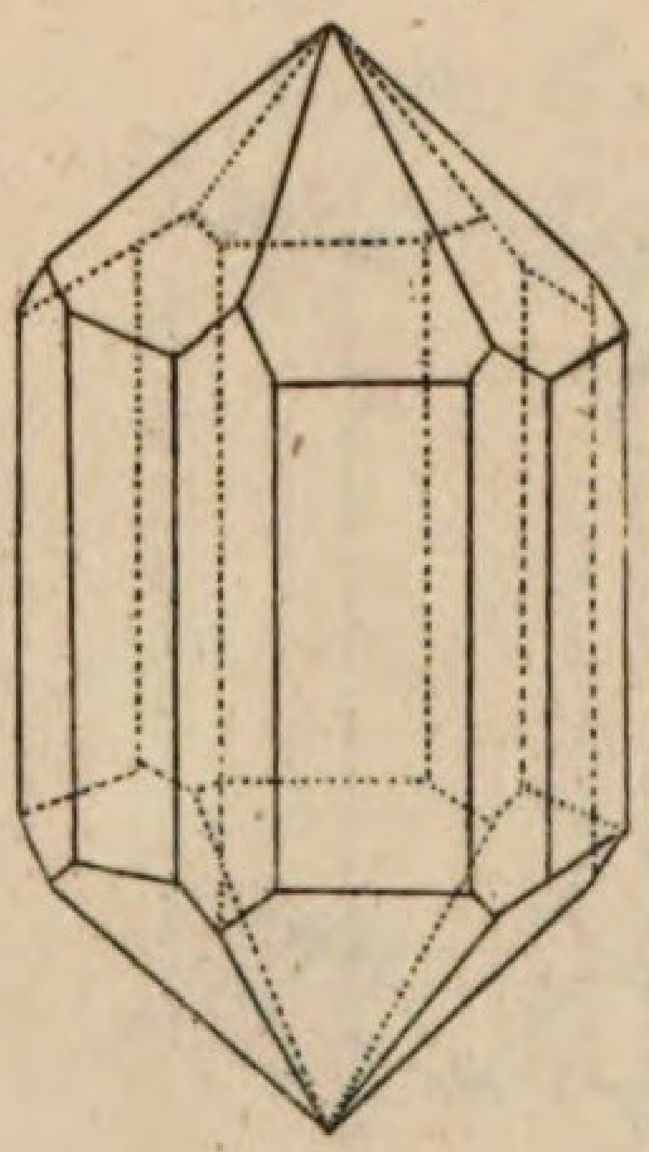


Fig. 107.



Lith. v. C. F. Müller in C.

Fig. 108.

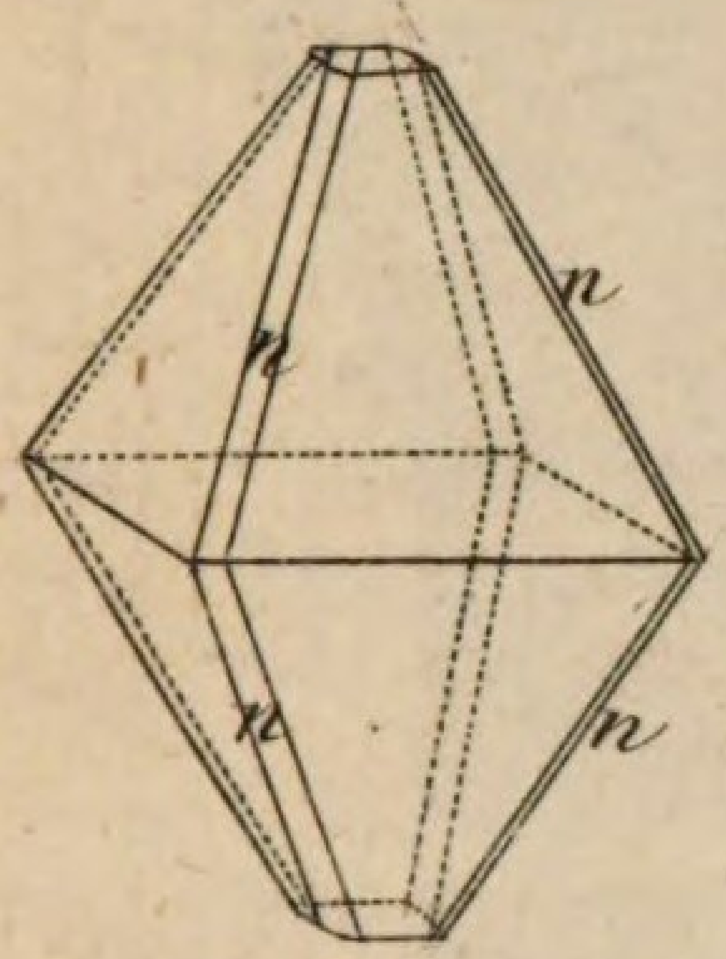


Fig. 109.

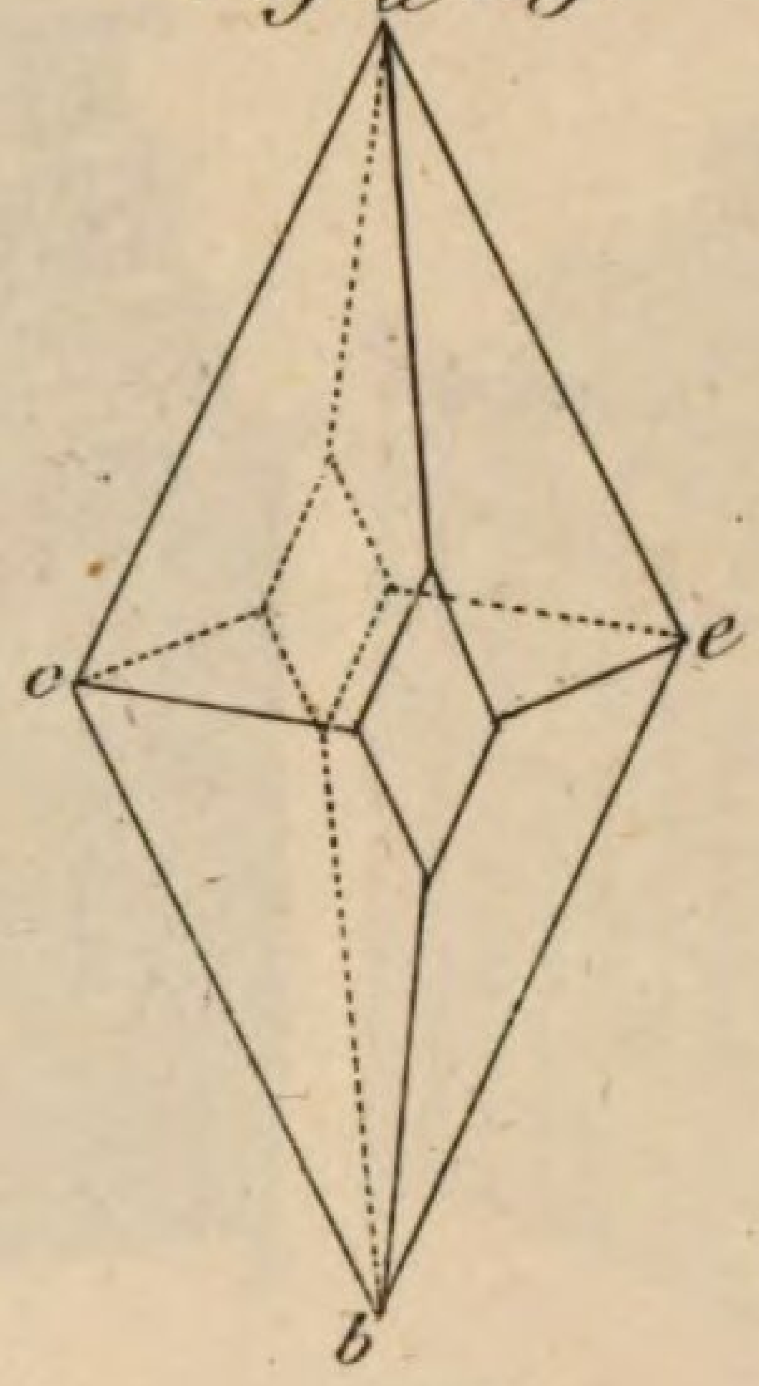


Fig. 110.

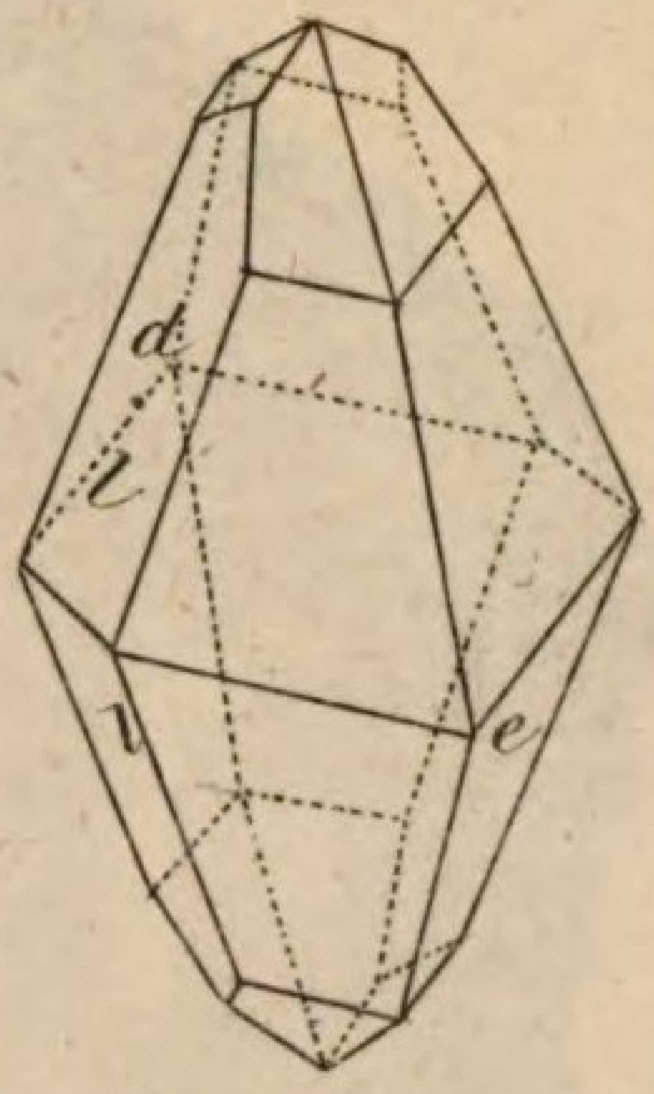


Fig. 111.

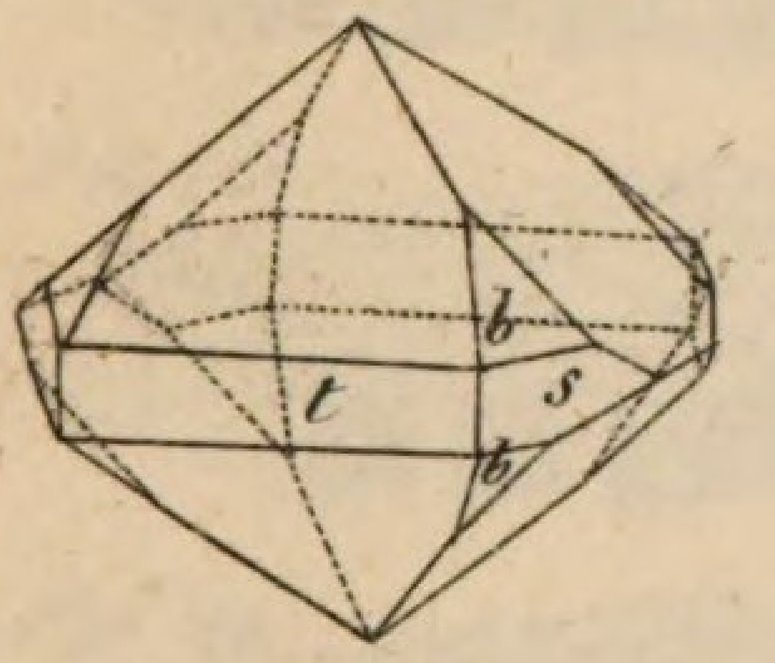


Fig. 112.

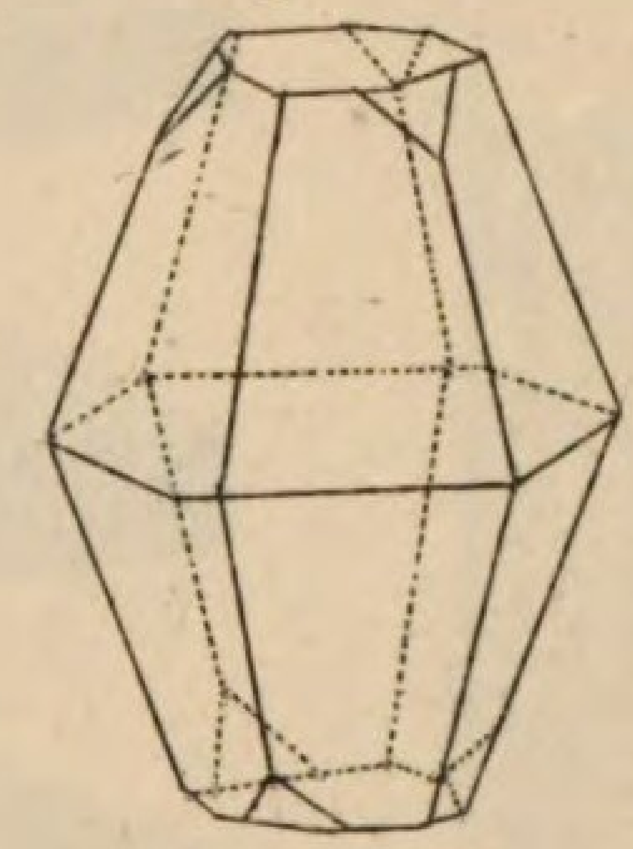


Fig. 113.

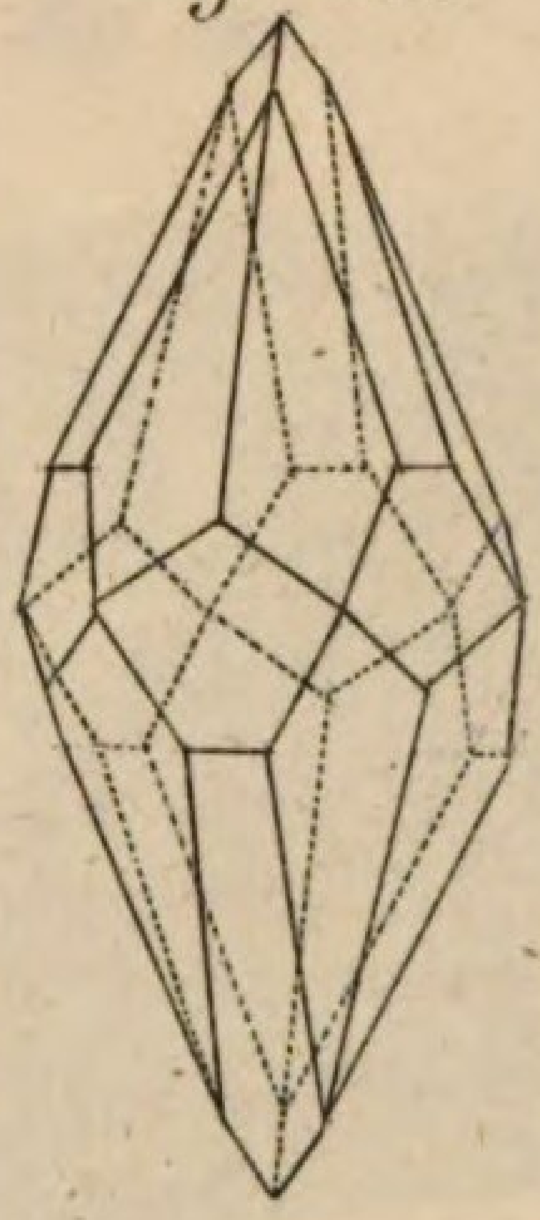


Fig. 114.

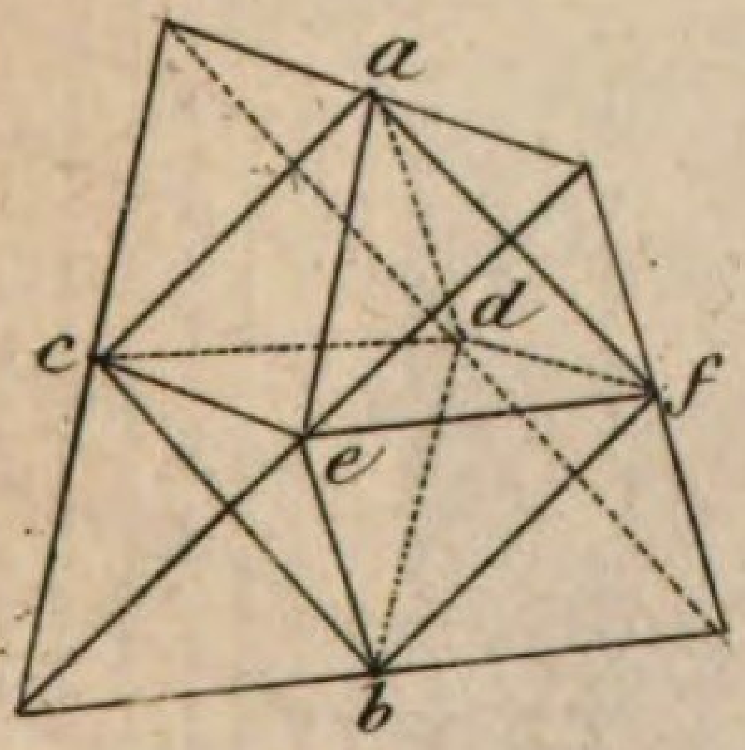


Fig. 115.

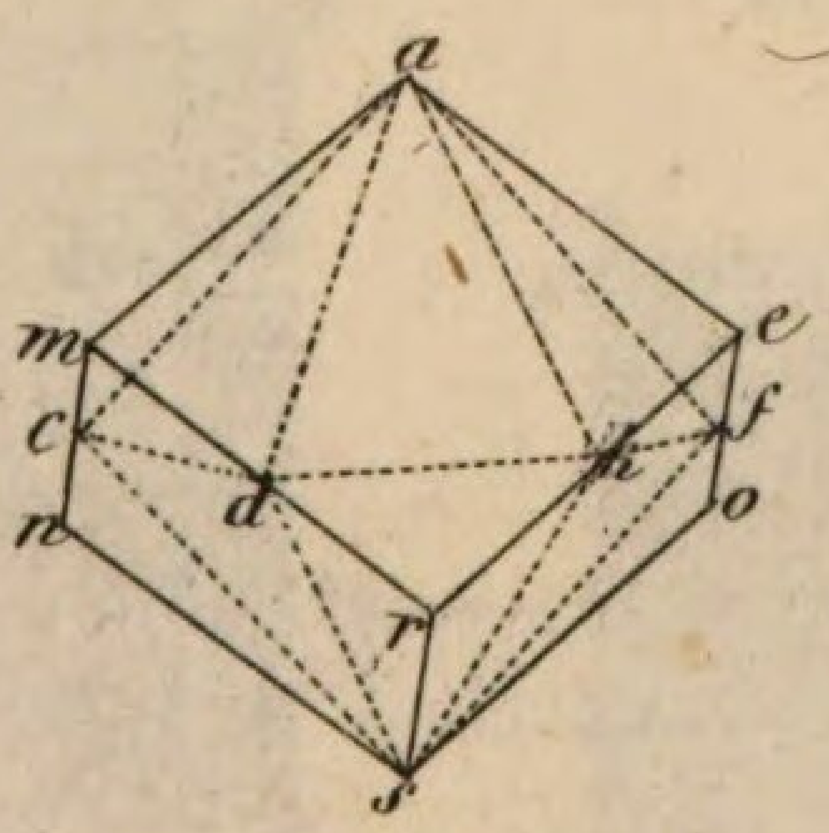


Fig. 116.

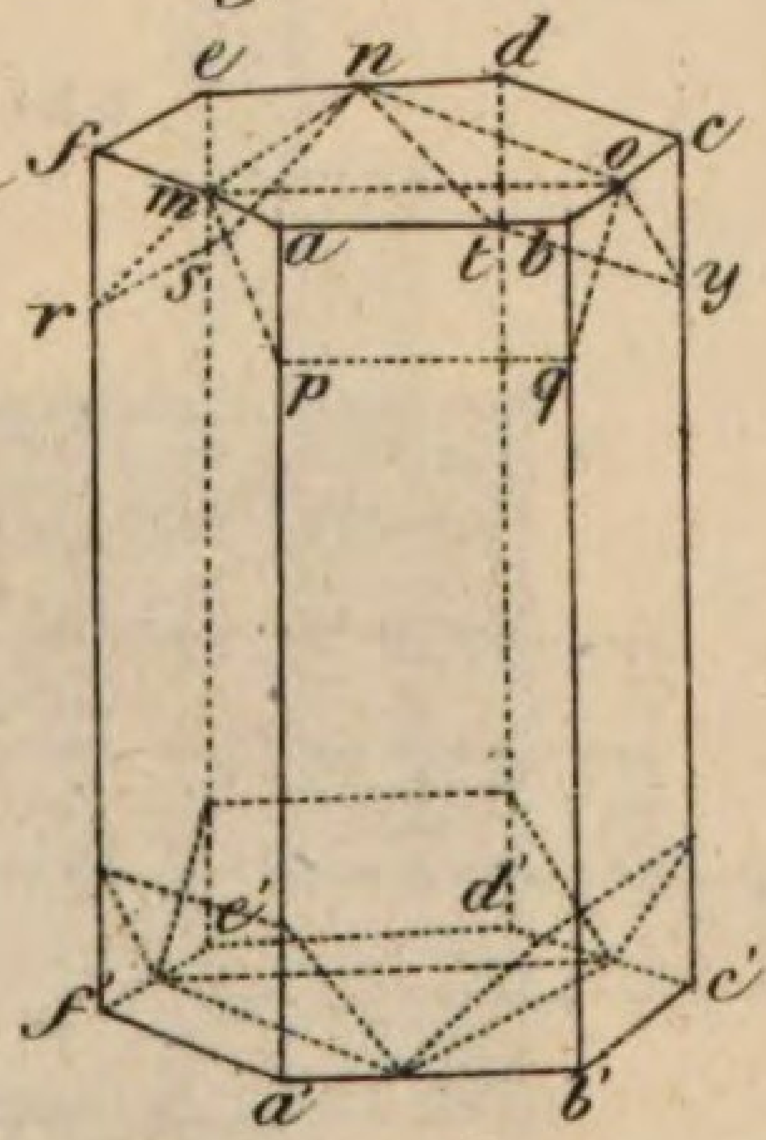


Fig. 117.

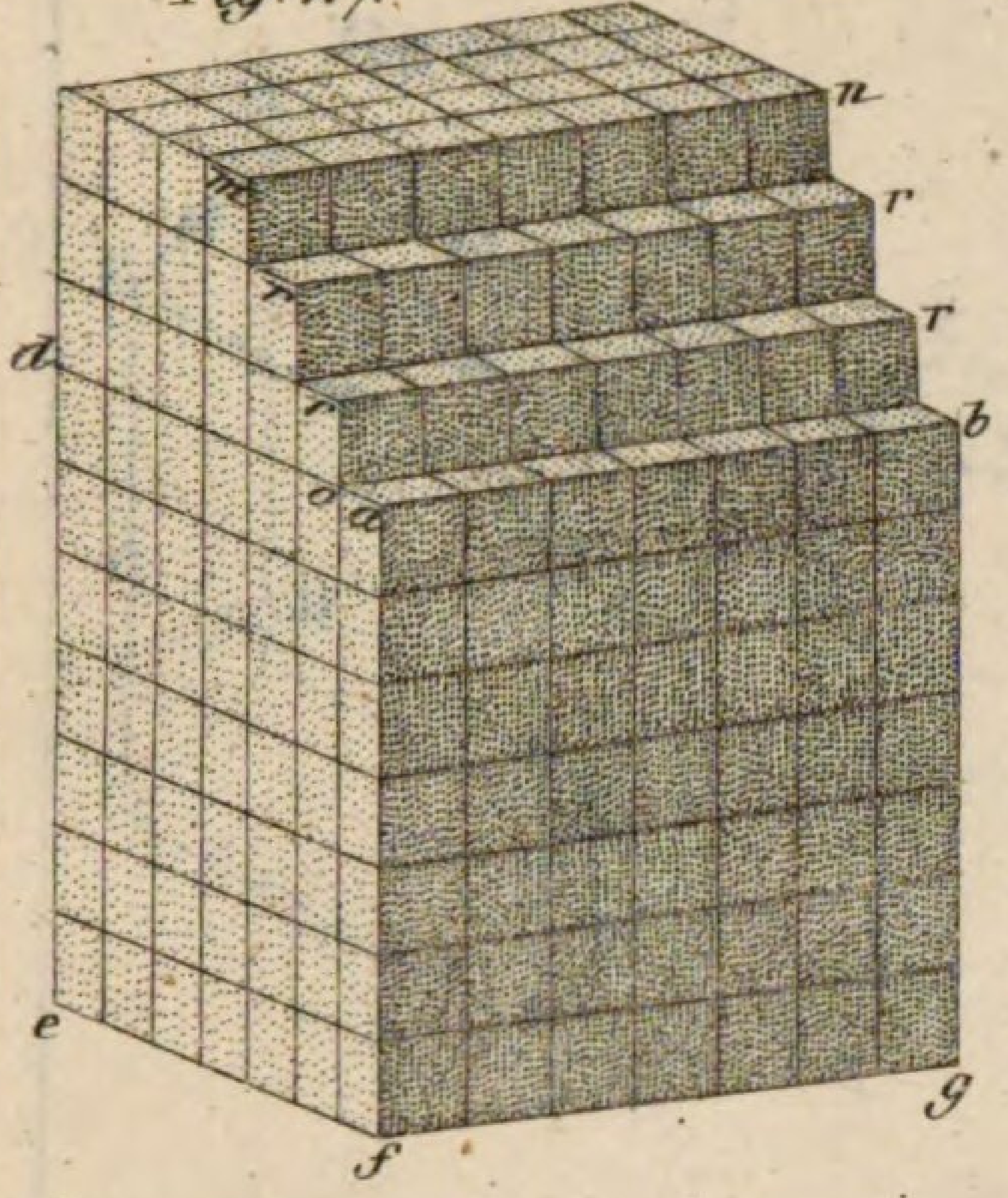


Fig. 118.

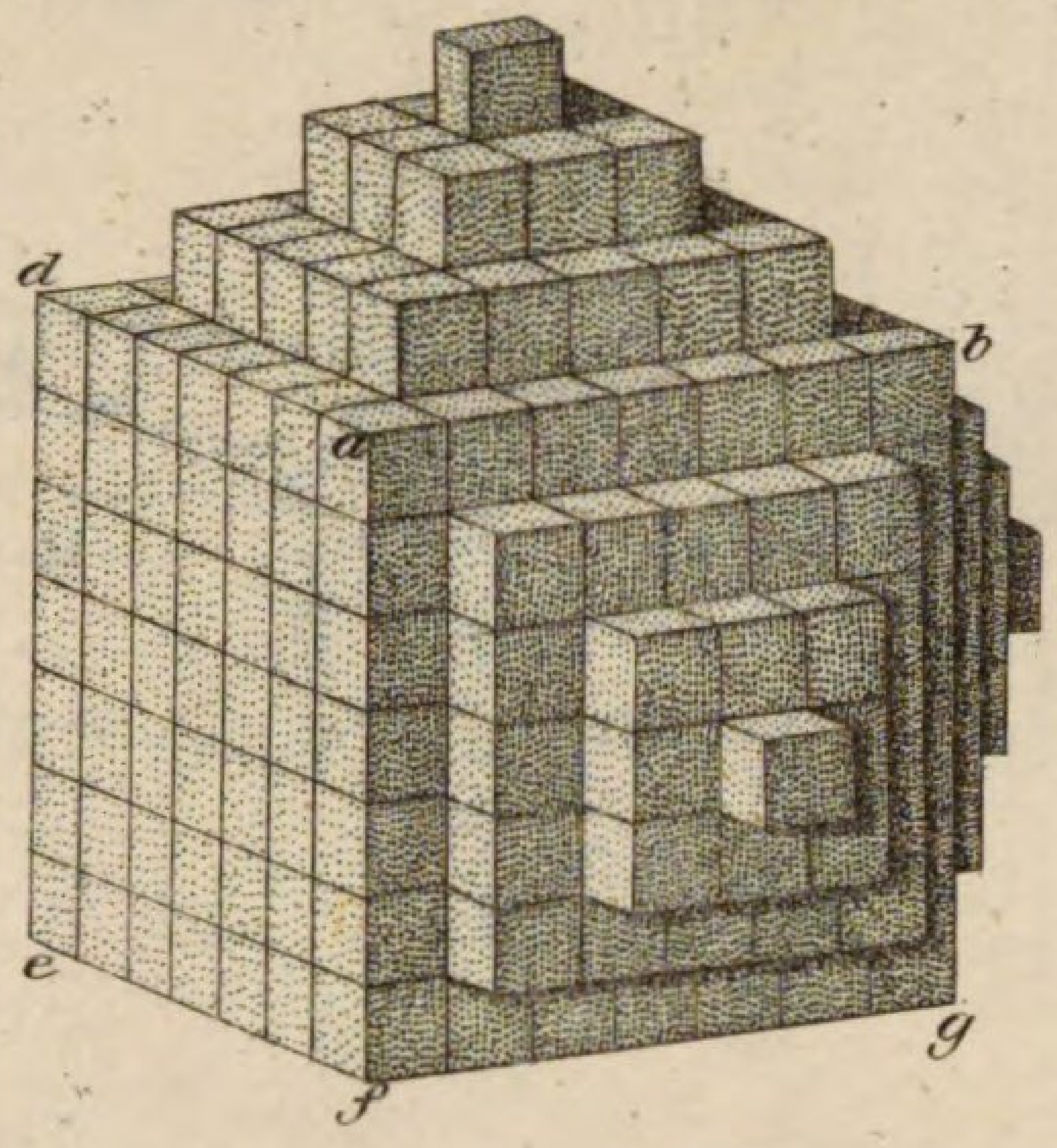


Fig. 121.

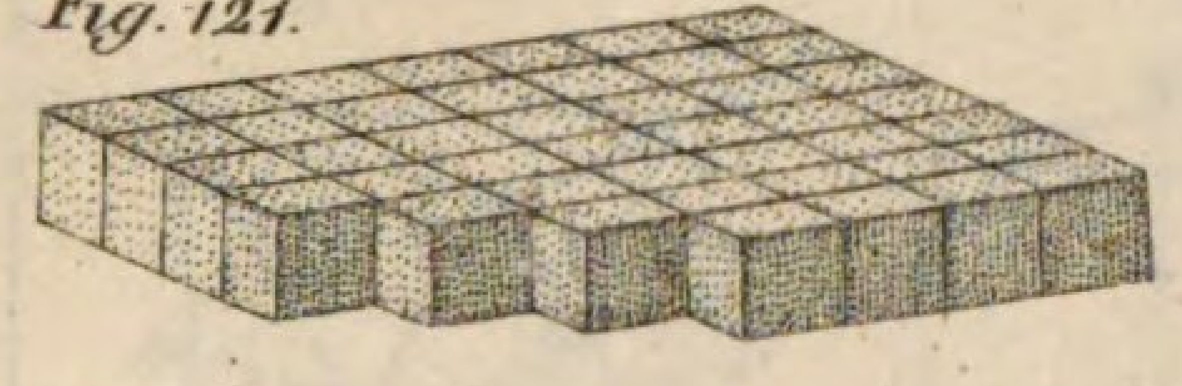


Fig. 122.

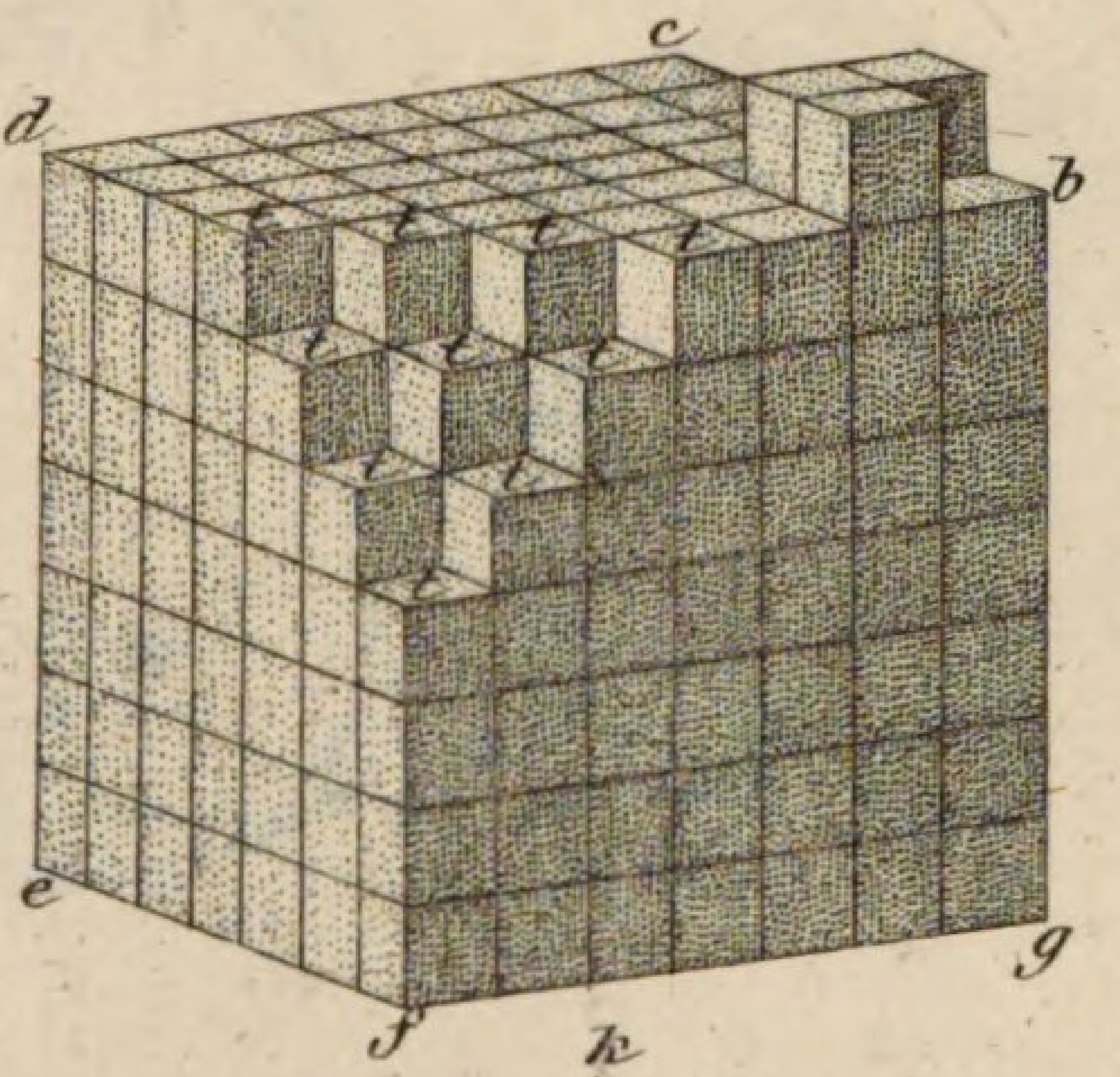


Fig. 120.

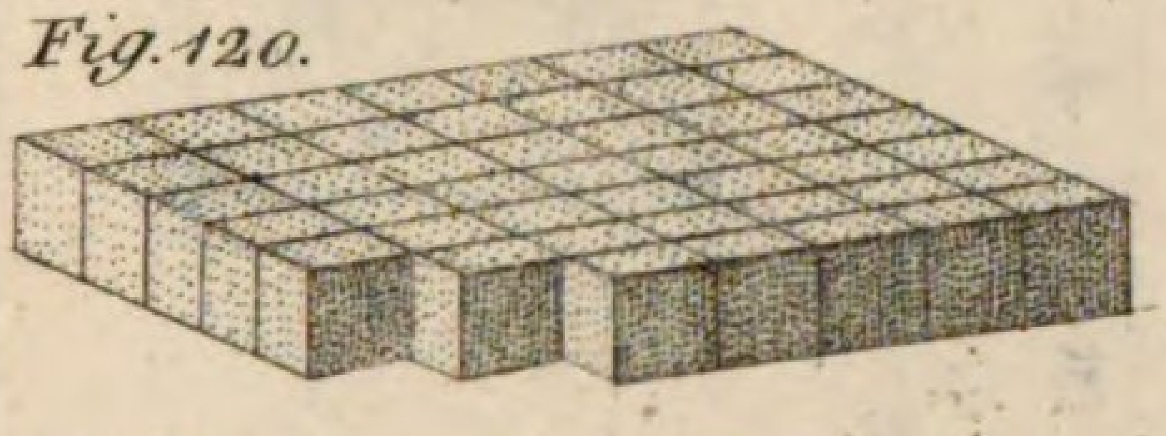


Fig. 119.

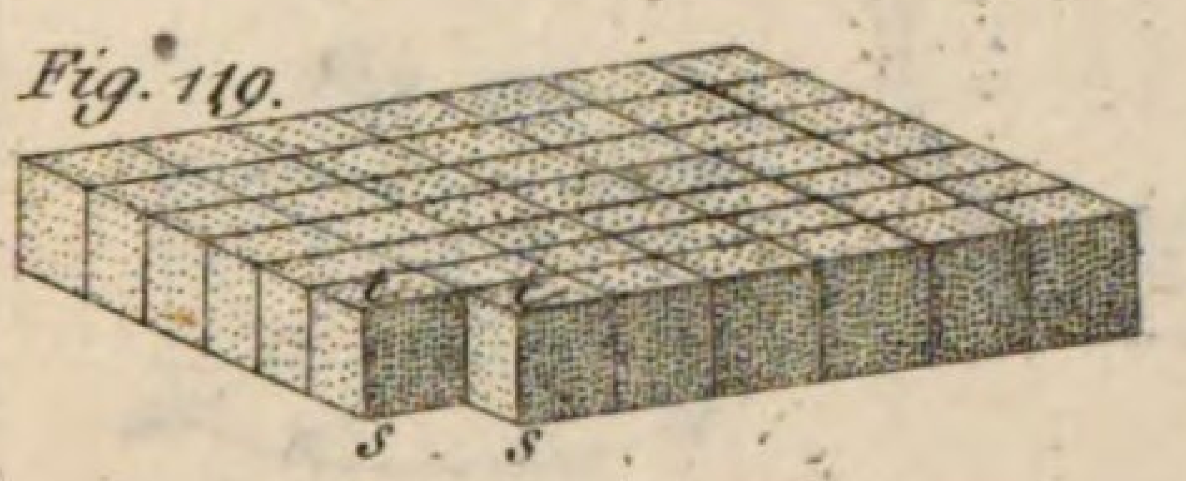


Fig. 123.

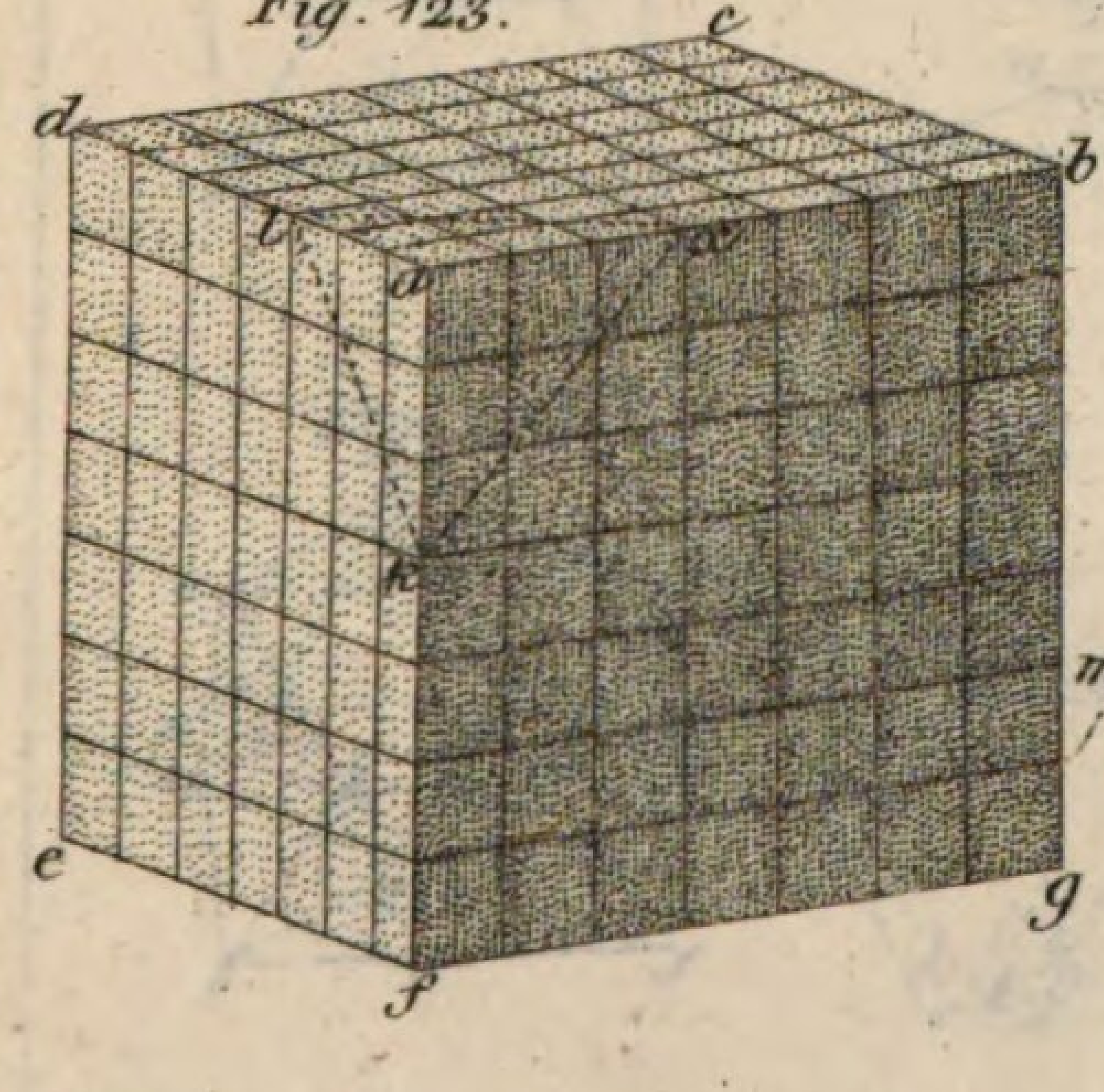
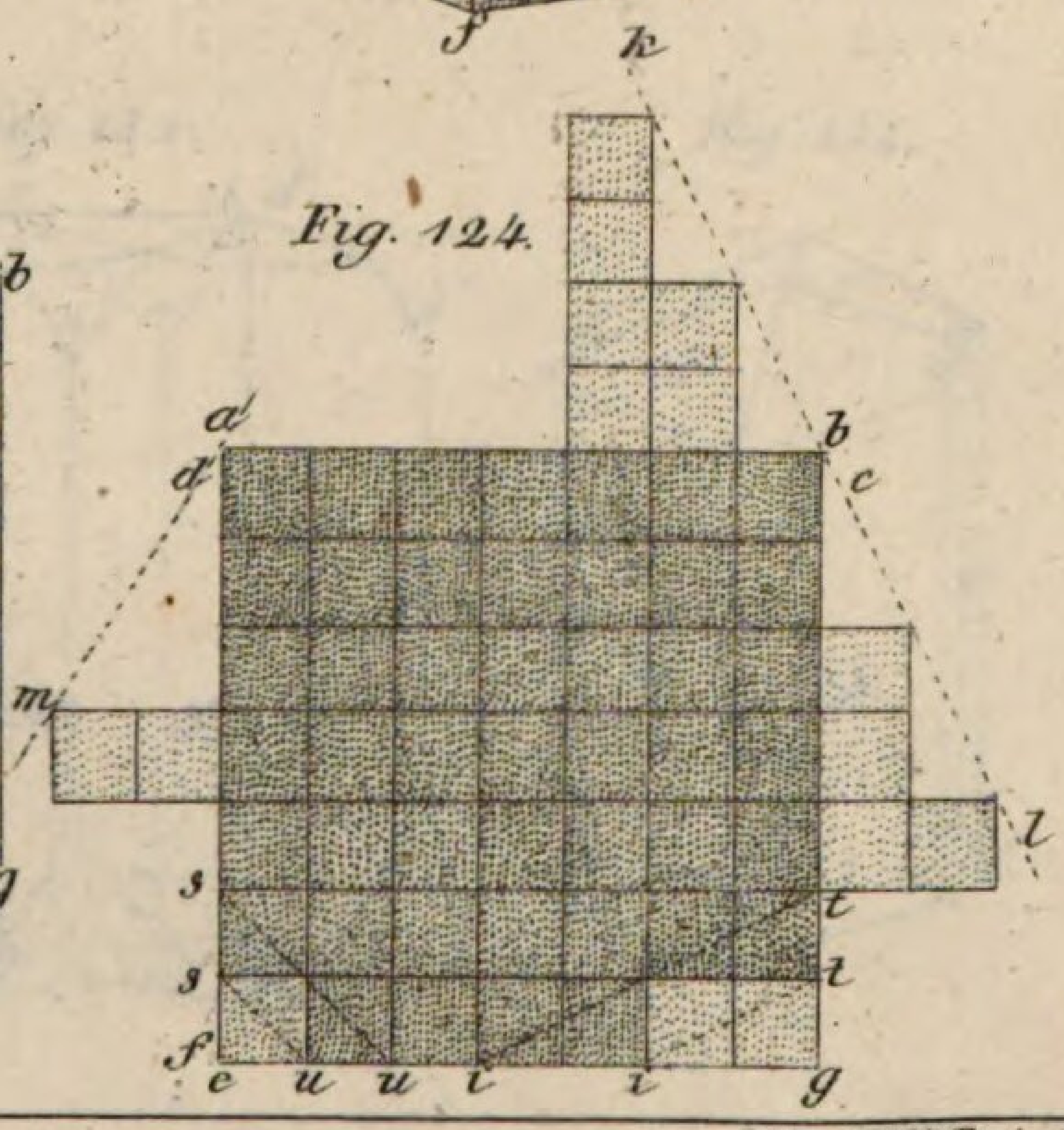


Fig. 124.



Lith. v. C. F. Müller in C.

Fig. 125.

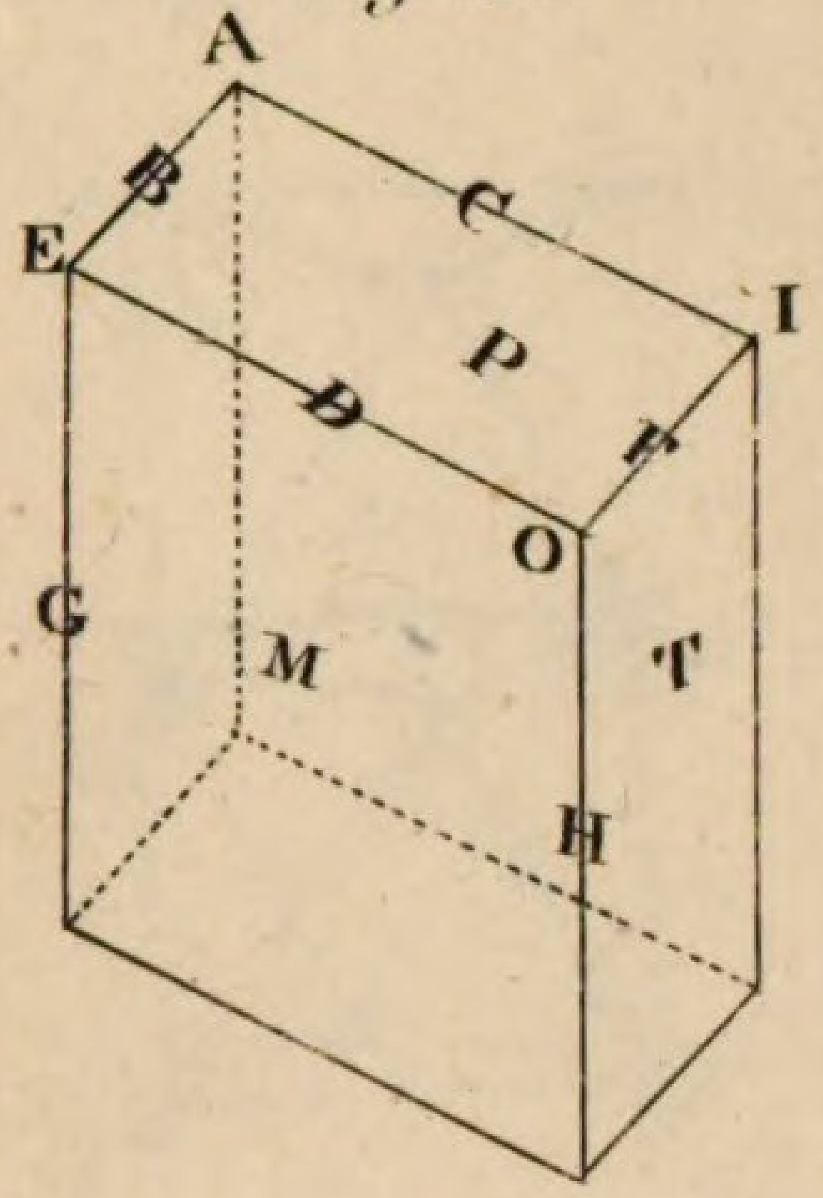


Fig. 126.

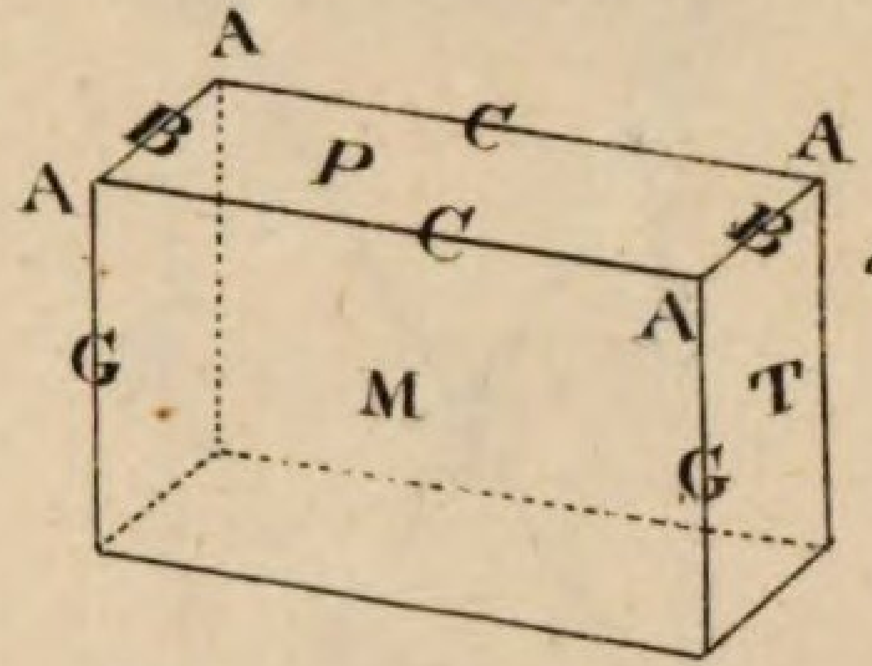


Fig. 127.

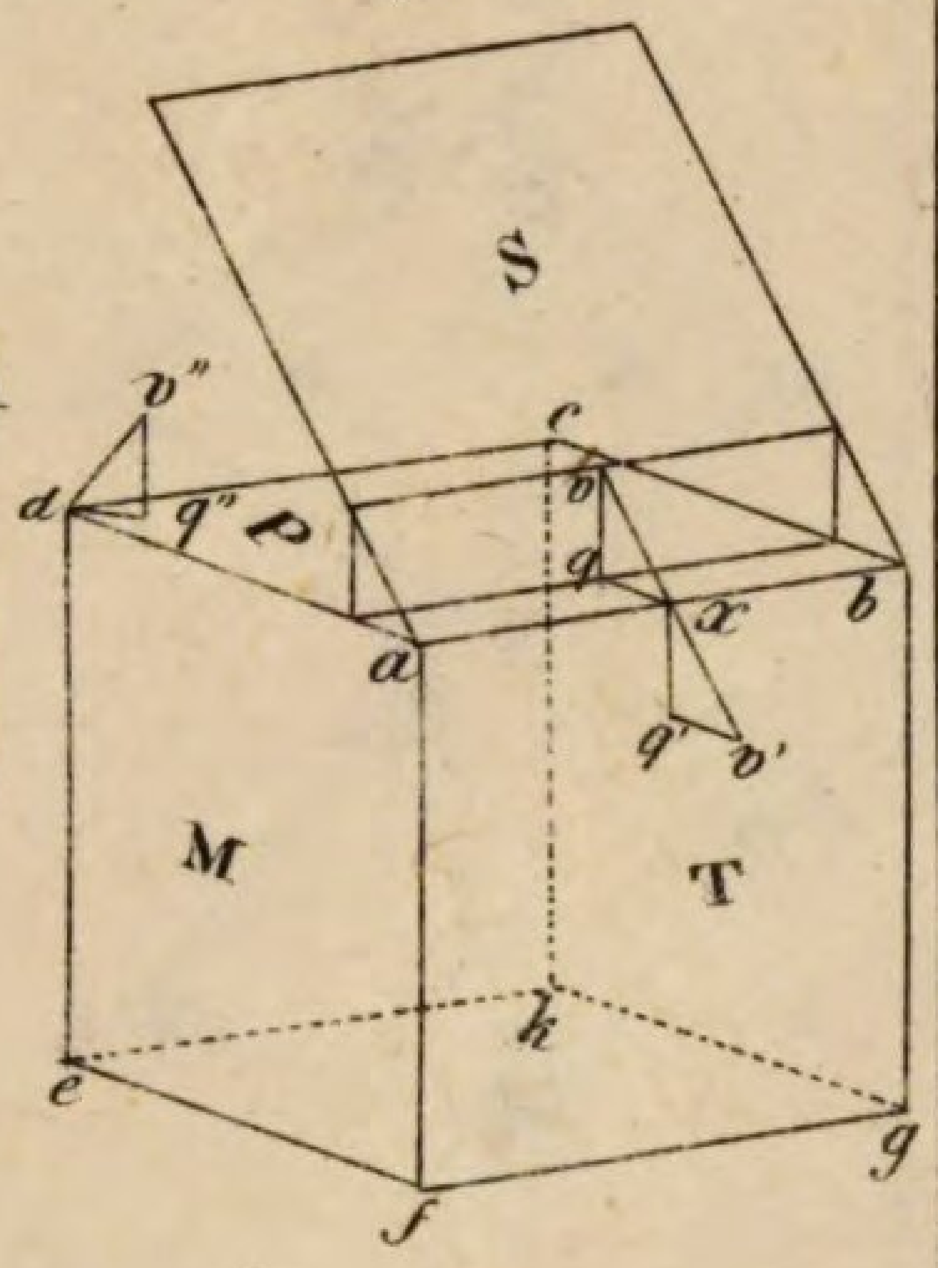


Fig. 128.

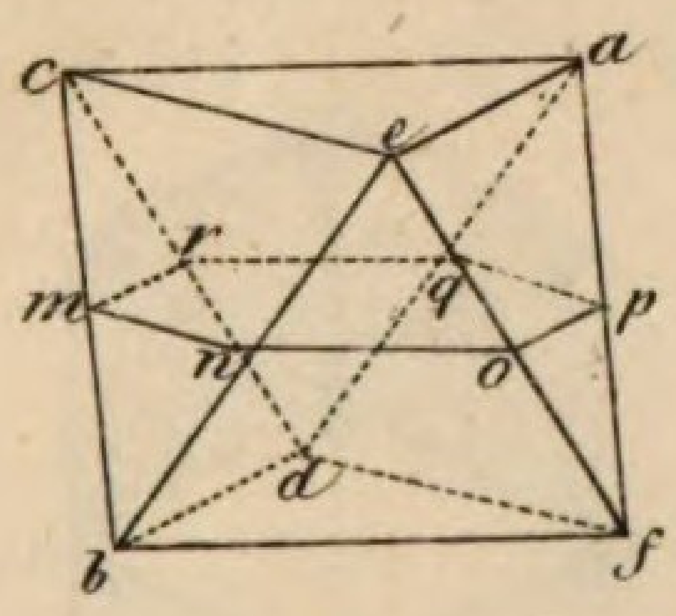


Fig. 131

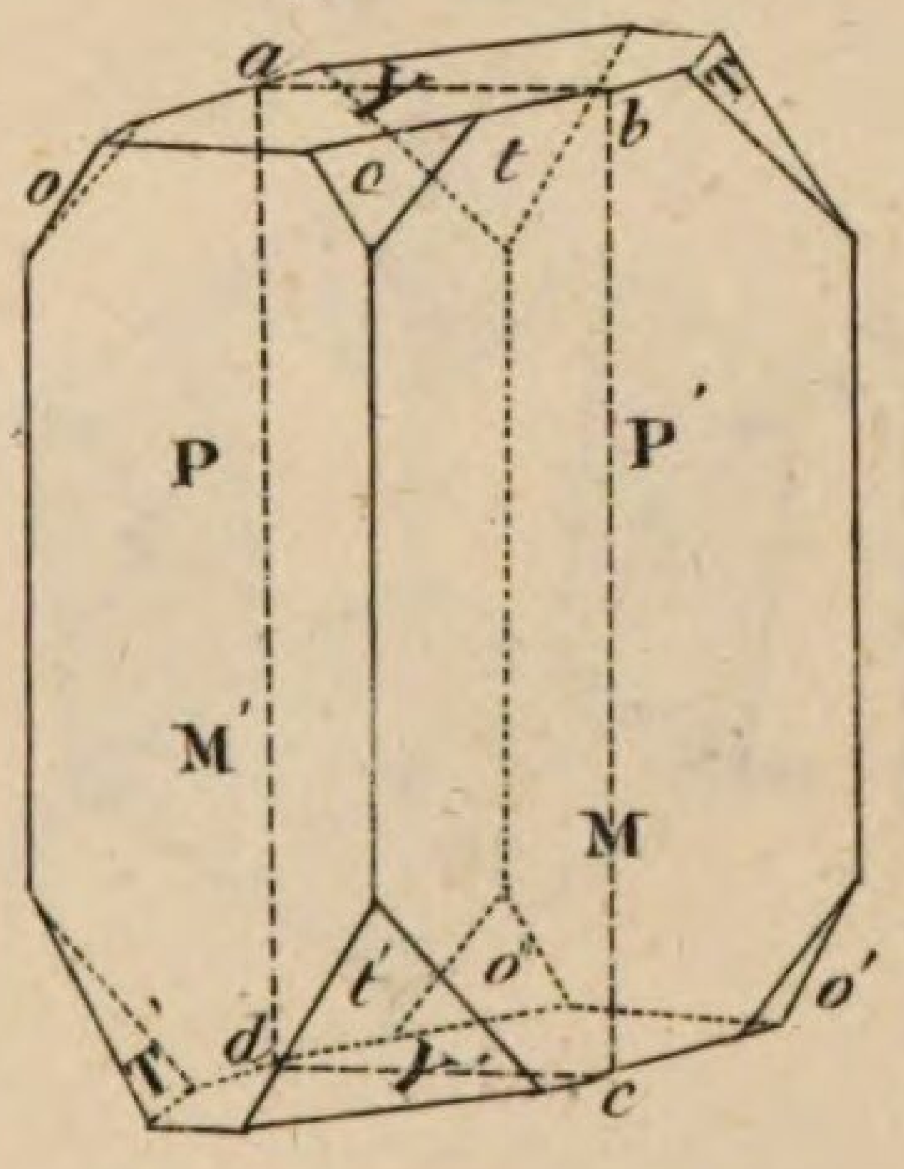


Fig. 133.

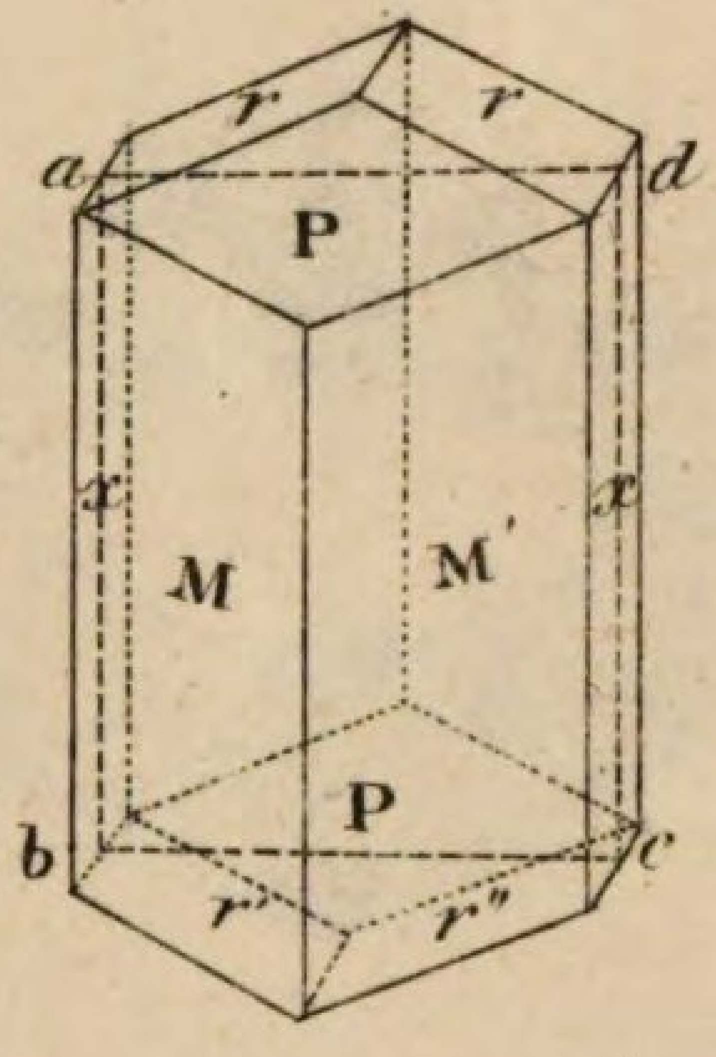


Fig. 129.

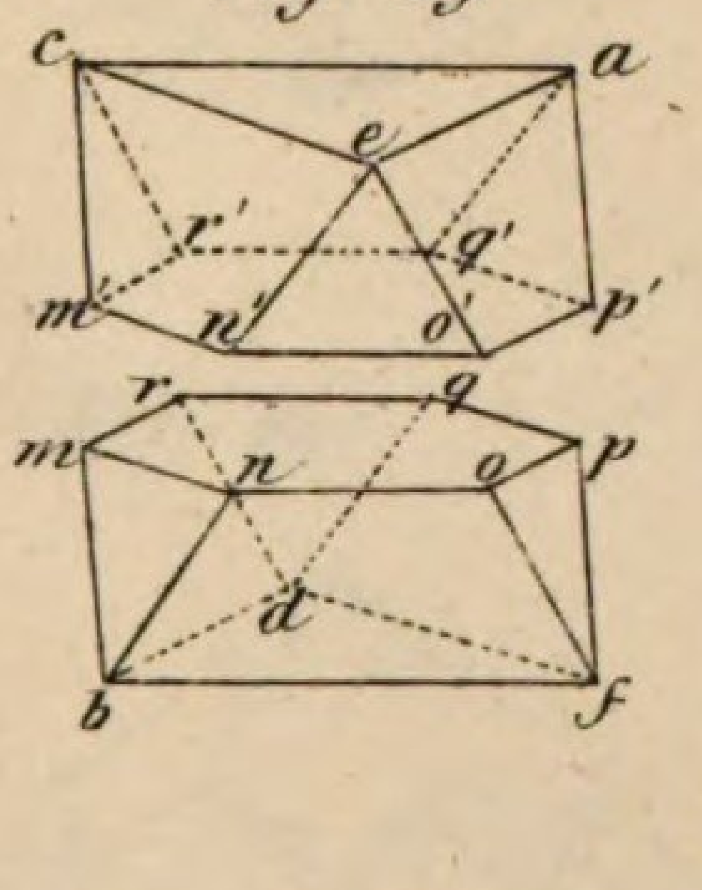


Fig. 132.

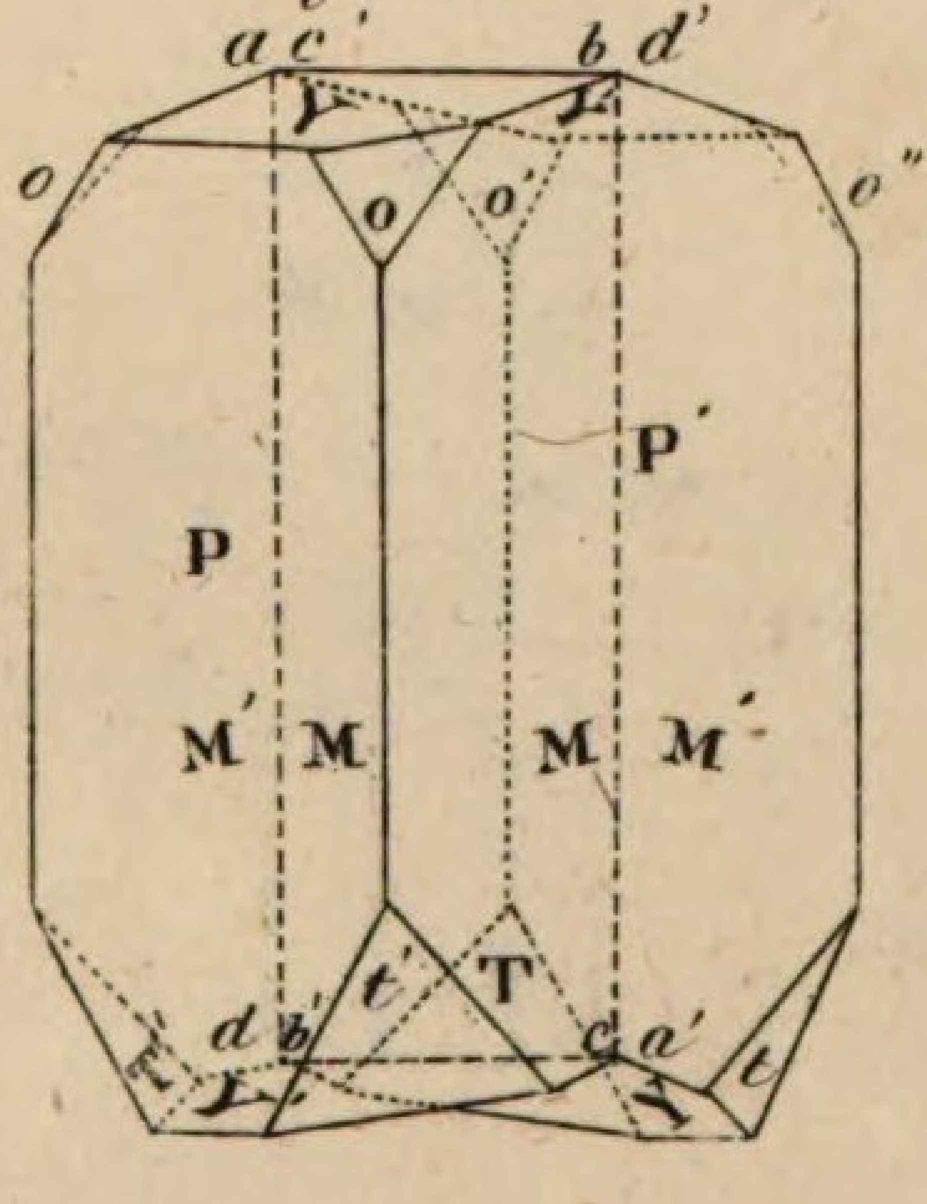


Fig. 134.

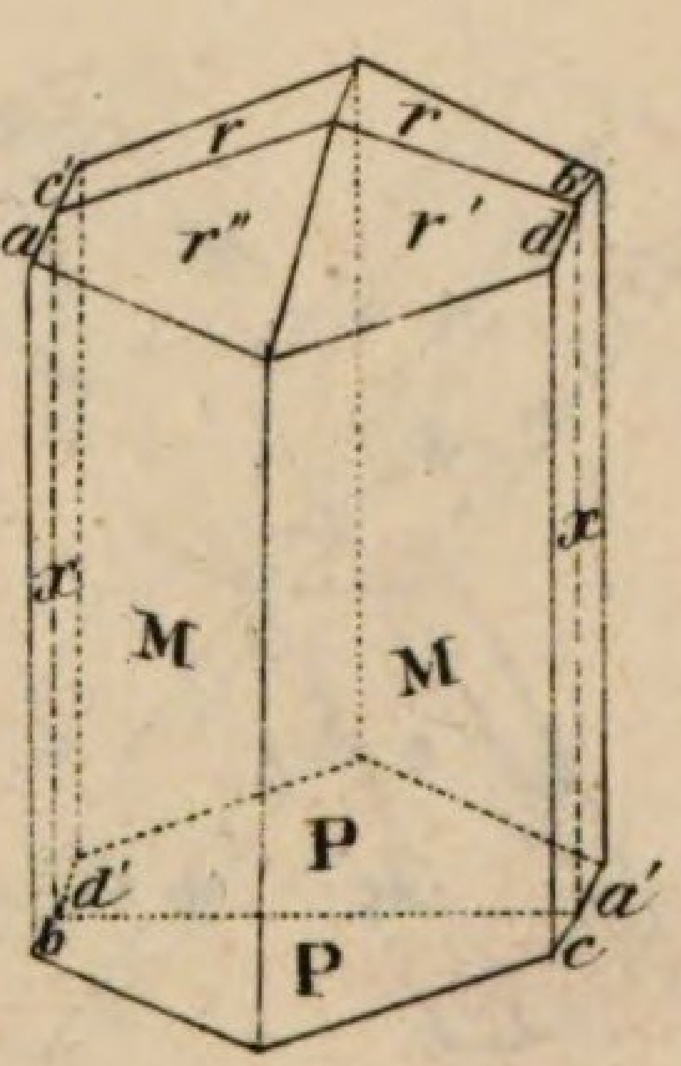
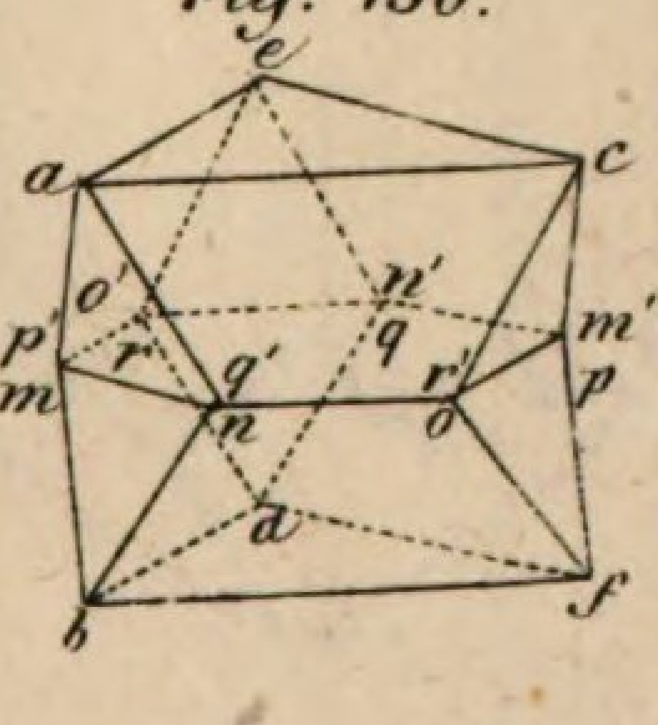


Fig. 130.



Lith. v. C. F. Müller in C.

Fig. 135.

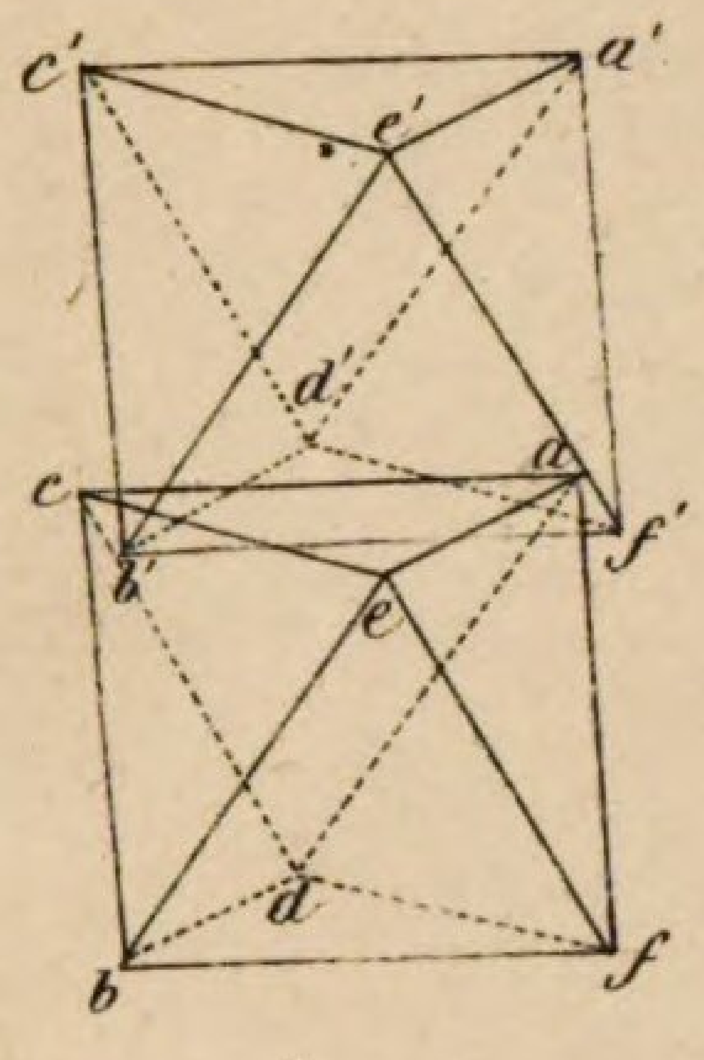


Fig. 136.

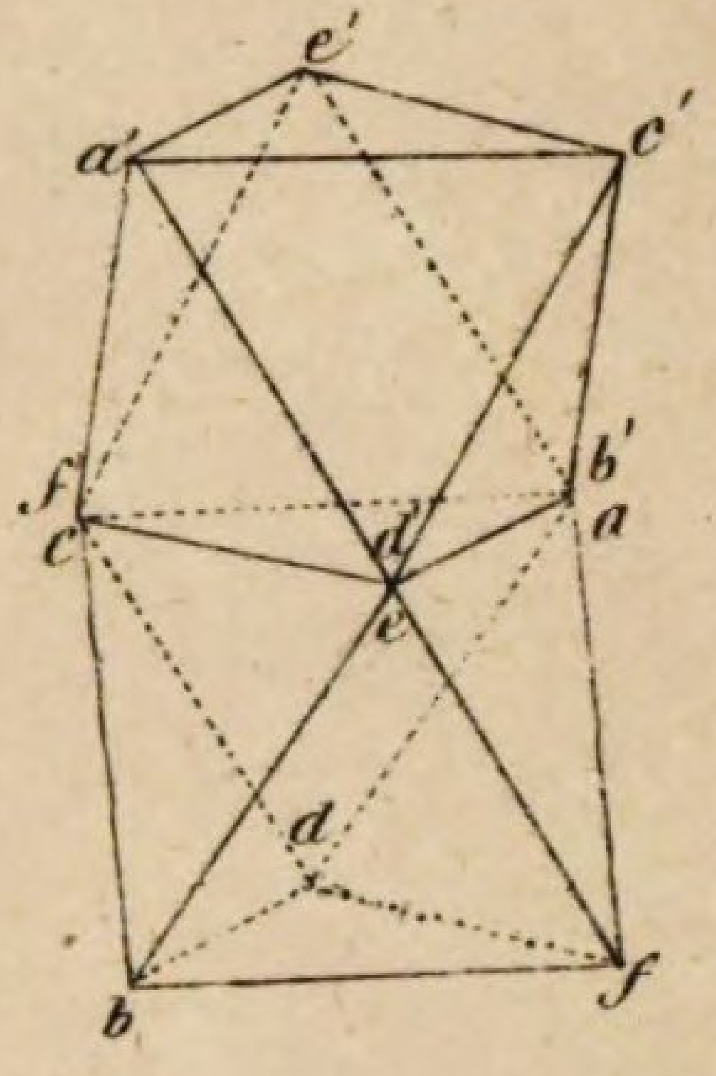


Fig. 137.

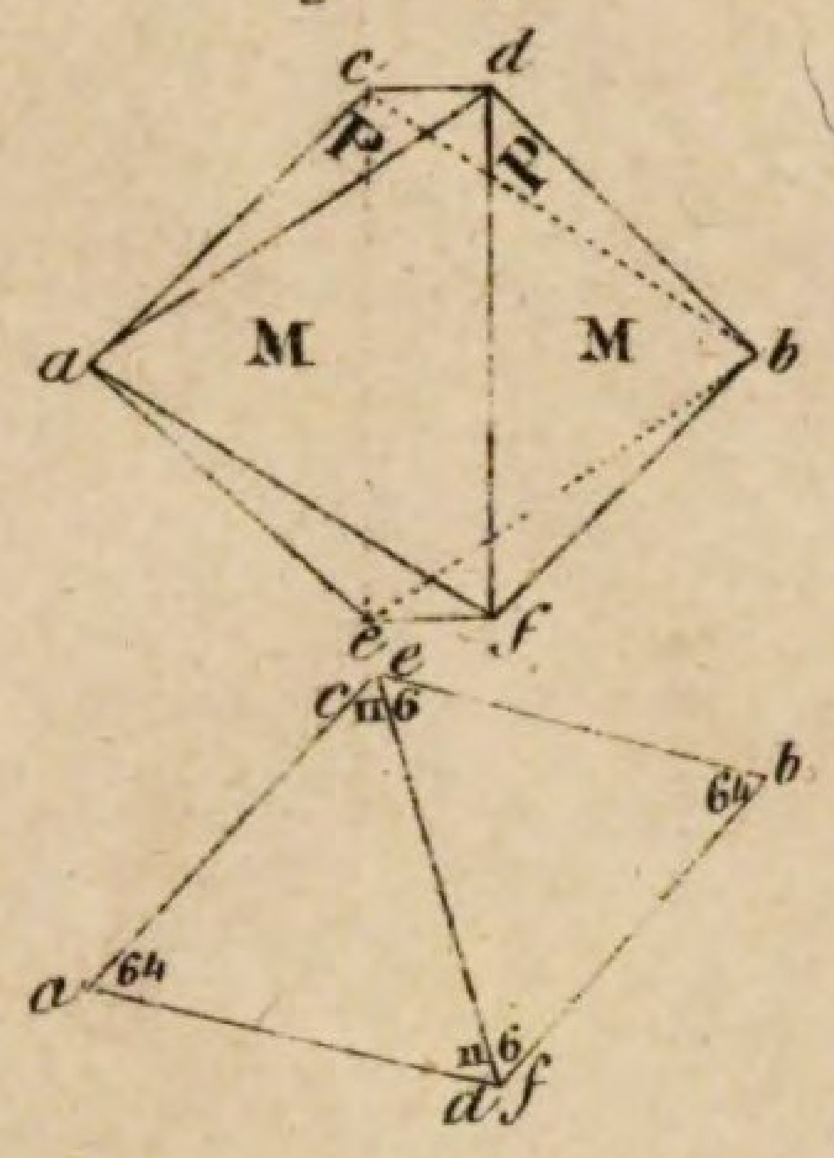


Fig. 138.

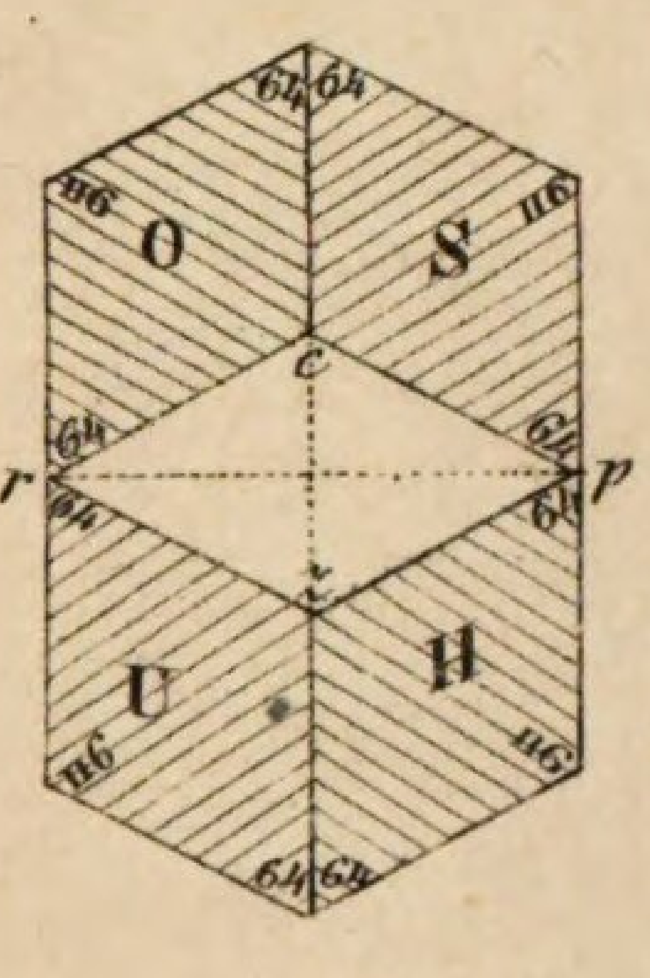


Fig. 139.

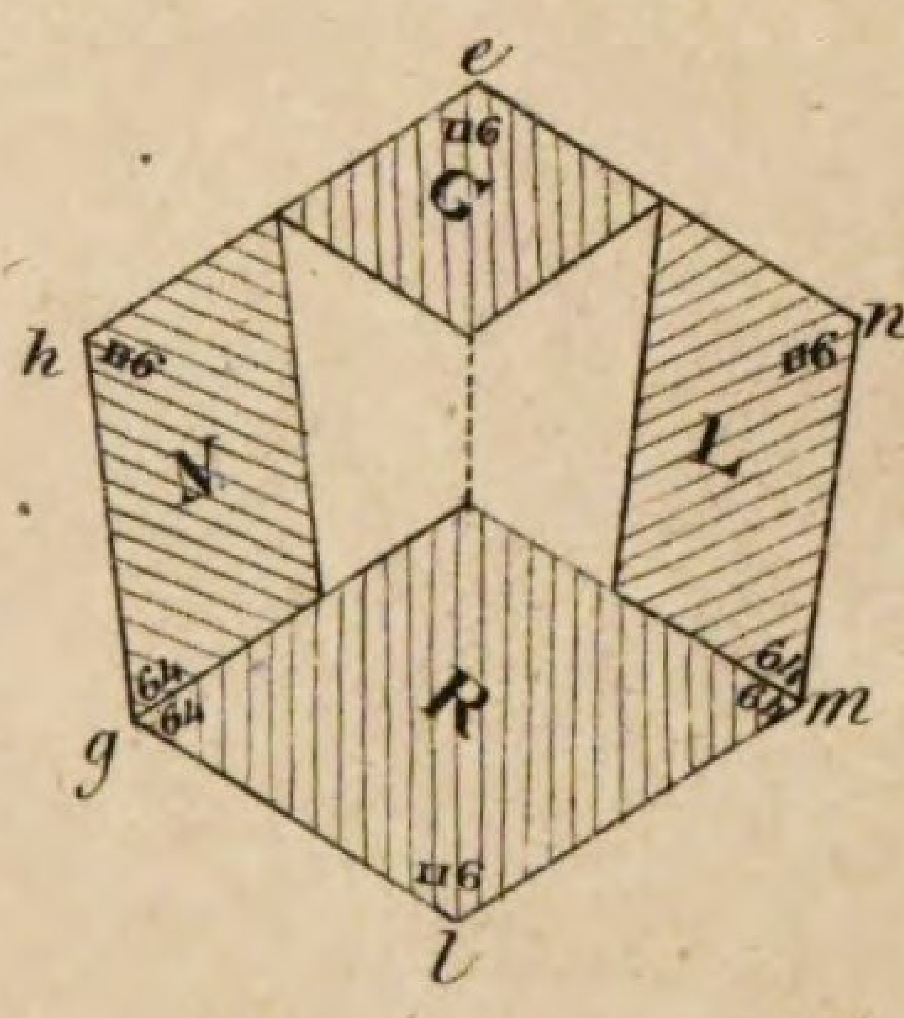


Fig. 140.

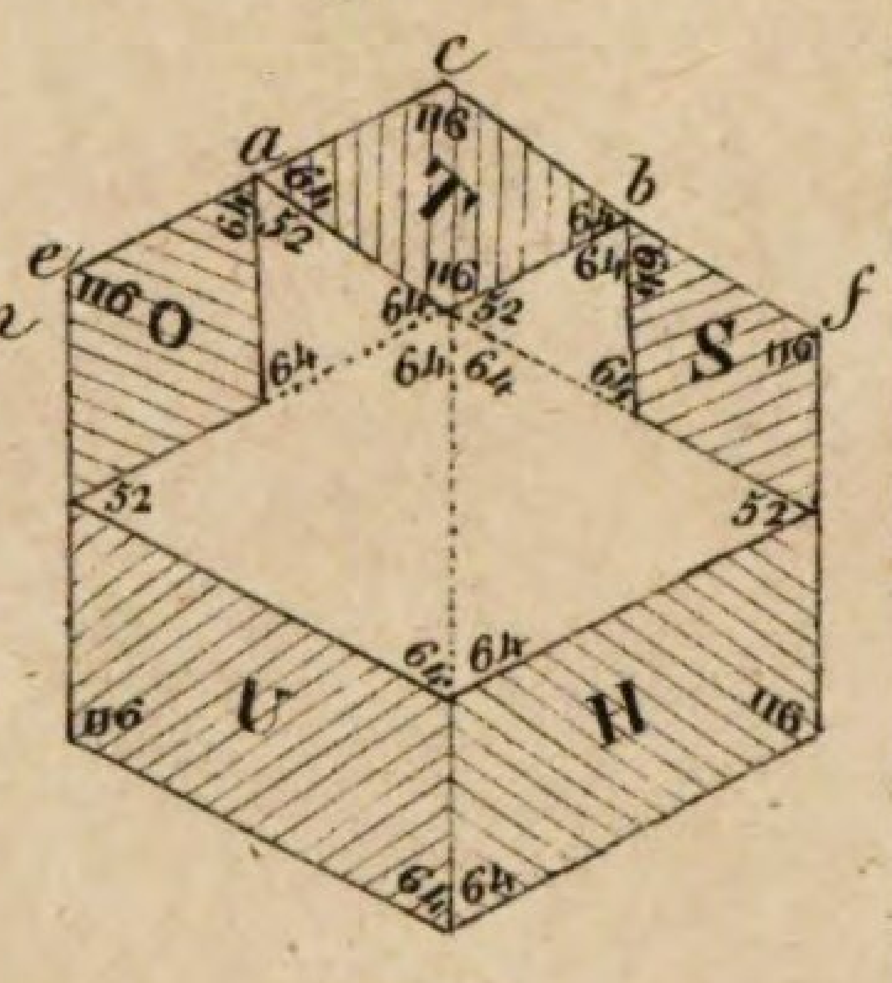


Fig. 141.

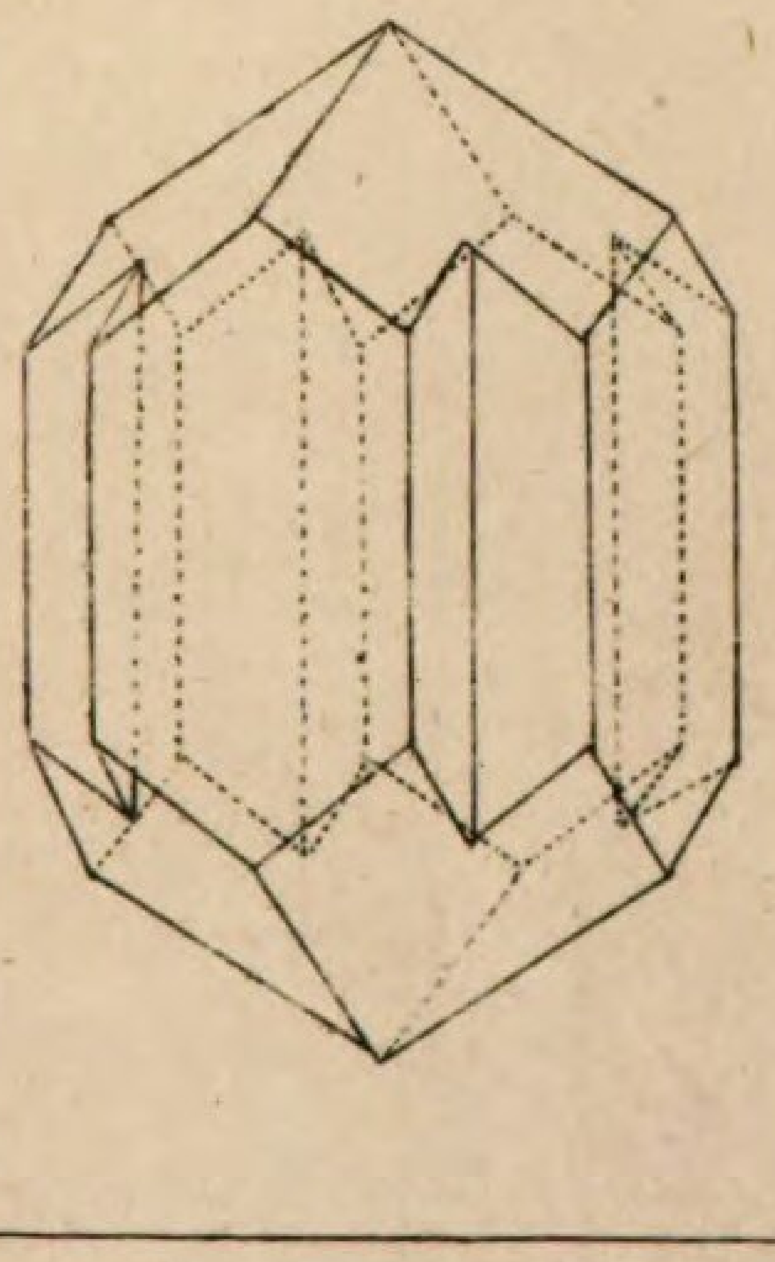


Fig. 142.

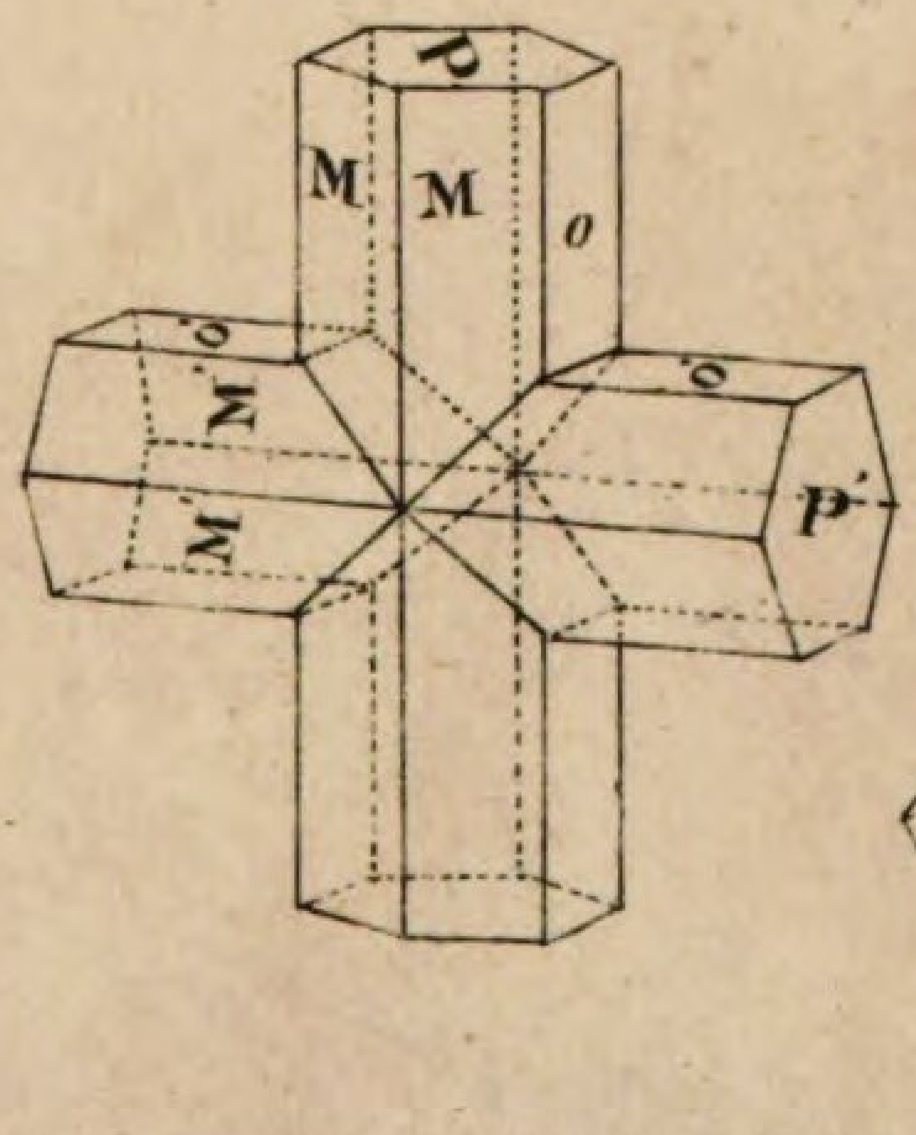
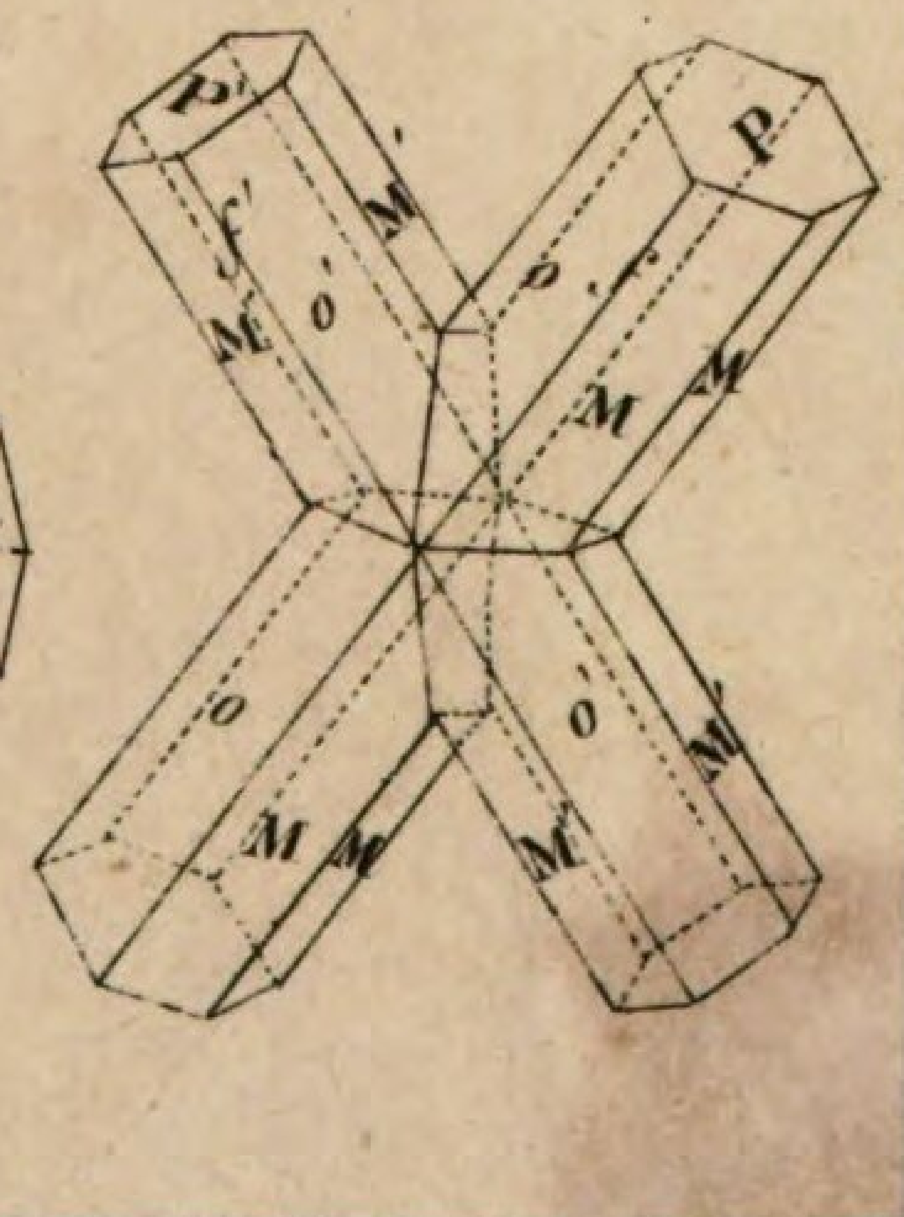


Fig. 143.



Lith. v. C. F. Müller in C.

16.2.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Brochant de Villiers, André J. M.,

Die Krystallisation in geometrischer und physikalischer Hinsicht

Heidelberg 1820

Phys.sp. 111 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133458-3